

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

№3

2026
MART



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, mart.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Botirali Roxataliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK

Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

KORXONALARDA ICHKI AUDIT TIZIMINING BOSHQARUV QARORLARI QABUL QILISHDAGI O'RNI	24
Mexmonaliyev Ulug'bek Erkinjon o'g'li	
FISKAL SIYOSAT SAMARADORLIGI VA SOLIQ TUSHUMLARI DINAMIKASI: O'ZBEKISTON MISOLIDA ILMIY TAHLIL	30
Abduraimova Nigora Abdugapparovna	
YASHIRIN IQTISODIYOTNI KELITIRIB CHIQARUVCHI ASOSIY OMILLAR HAMDA IQTISODIYOTGA TA'SIRI	37
Toxtabayev Oybek Odilovich	
QISHLOQ XO'JALIGI OZIQ-OVQAT SANOATI KORXONALARIDA ZAMONAVIY BOSHQARUV	42
Rasulova Muxabbat Teshabayevna, Normurodov Sarvar Norboy o'g'li	
O'ZBEKISTON GLOBAL-IQTISODIY RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISHDA RAQAMLI IQTISODIYOTNING O'RNI	48
Kuvatova Oliya Sheraliyevna	
QURILISH SANOATIDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING IQTISODIY MOHIYATI VA ULARNI KAPITAL BOZORI INSTRUMENTLARI ORQALI MOLİYALASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	54
Igitov Jurabek Kuzibekovich	
IQTISODIY ISLOHOTLAR DAVRIDA TIJORAT BANKLARINING INVESTITSIYA FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHNING OMILLARI	61
Yangiboyev F.B.	
TIJORAT BANKLARIDA MUAMMOLI KREDITLARNI ERTA ANIQLASH VA BOSHQARISHNING INTEGRATSIYALASHGAN RISK-INDEKS MODELİ	68
Kalandarov Abdulla Baxtiyorovich, Rajabov Shoxrux Suvon o'g'li	
RUX VA QO'RG'OSHINNI SELEKTIV AJRATIB OLISHNI KOMBINATSIYALASH TEXNOLOGIYASI VA NAZARIYASI.....	74
Eshonqulov Uchqun Xudaynazar o'g'li, Haqberdiyev Dilshod Qodir o'g'li	
UY-JOY QURILISHI HAJMINI UZOQ MUDDATLI PROGNOZLASHDA EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH	81
Qidirniyazov Ajiniyaz Sherniyazovich	
O'ZBEKISTONDA BOG'DORCHILIKNI RIVOJLANTIRISHDA IQLIM VA TABIIY OFATLAR NATIJASIDA YETKAZILDAN TALOFATLARNI DAVLAT TOMONIDAN KOMPENSATSIYA QILISH MEKANIZMI.....	85
Sattorov Orifjon Boymurodovich	
AHOLI MOLİYAVIY SAVODXONLIGINI OSHIRISH ORQALI YASHIRIN IQTISODIYOTNI QISQARTIRISH MEKANIZMLARI.....	90
Abdug'aniyev Uchqun Habibulla o'g'li	
O'ZBEKISTON QURILISH SANOATIDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING RIVOJLANISH DINAMIKASI VA TENDENSIYALARI	96
Musaeva Aynura Abayxolievna	
THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF SOCIAL INFRASTRUCTURE TRANSFORMATION IN THE CONTEMPORARY ENVIRONMENT.....	104
Normurodov Khusan Eshmakhmatovich	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARINING INVESTITSION FAOLLIGINI BAHOLASH YO'LLARI	108
Begamov S.X.	
DEBITORLIK QARZLARINING STRATEGIK BOSHQARUV HISOBINI TASHKIL QILISH YO'NALISHLARI	112
Normatova Gulmira Xayrullaevna	



SOLIQLARNI PROGNOZLASH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH AMALIYOTI TAHLILI.....	118
Ergashov Jamshid Ashurovich	
MEHNAT XARAJATLARI HISOB: NAZARIY ASOSLAR, USULLAR VA BOSHQARUVDA AHAMIYATI.....	126
Tulyaganov Abdumalik Abdiraximovich	
KORPORATIV XIZMATLARNING BANK FOYDASIGA TA'SIRI: KOMISSION VA FOIZLI DAROMADLAR TAHLILI	131
Qurbonov Abror Abdullayevich	
TIJORAT BANKLARIDA MUAMMOLI KREDITLARNI BOSHQARISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISHNING INSTITUTSIONAL VA TASHKILY MEXANIZMLARI	136
Djamalov G'ofir Oribjanovich	
OCHIQLIK INDEKSI VA KORRUPTSIYAGA QARSHI KURASH SAMARADORLIGI: O'ZBEKISTON TAJRIBASINING INSTITUTSIONAL TAHLILI	144
Dilshod Pulatov, Uchqun Abdug'aniyev	
DUNYO SUG'URTA KOMPANIYALARINING MOLIVAVIY HOLATI VA NATIJALARI TAHLILI	153
Alimov Baxodir Batirovich	
QISHLOQ HUDUDLARIDA XIZMAT KO'RSATISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH IMKONIYATLARI.....	160
Yuldashova Nilufar Ziyabayevna	
QURILISH TASHKILOTLARIDA BOSHQARUV SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING INNOVATSION USULLARI	164
Muxibova Guli Yarkinovna, Sharifxodjayeva Odina Ulug'bek qizi	
AXBOROT-RESURS MARKAZLARINING TALIM JARAYONIGA TA'SIRINI BAHOLASH	168
Pirmedova Xayitgul Muxammedovna	
IJTIMOY HIMOYA QAMROVINI KENGAYTIRISH MEXANIZMLARI: XALQARO TAJRIBA VA INSTITUSIONAL YONDASHUVLAR	173
Bafoyev Farrux Jo'raqulovich	
KORXONALARDA AI-DRIVEN "DECISION SUPPORT SYSTEMS" (DSS)NI JORIY ETISHNING KONSEPTUAL ASOSLARI	181
Mardanova Ra'no	
STRENGTHENING THE FINANCING OF FAMILY-OWNED ENTERPRISES IN UZBEKISTAN THROUGH BANK CREDIT	186
Baymuratova Zina Aqilbekovna, Ibadullaeva Asal Ulugbek qizi	
SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA DAVLAT BOSHQARUV TIZIMLARINI RAQAMLASHTIRISH	192
Aytmuratov Qutlimurat Jalgasovich	
ATTRACTING INVESTMENTS FROM FINANCIAL MARKETS AND FACTORS INFLUENCING THE INCREASE OF THEIR ATTRACTIVENESS	196
Kholov Sherali Akhrorboyevich	
MARKAZIY OSIYODA TRANSCHEGARAVIY SUV RESURSLARINI BOSHQARISH VA ADOLATLI TAQSIMLASHNING NAZARIY-HUQUQIY ASOSLARI.....	200
Matkarimov Mansur	
XALQARO XIZMATLAR SAVDOSIDA TIBBIY TURIZMNING IQTISODIY AHAMIYATI.....	206
Farxodova Shohnova Umidbek qizi	
BANK XIZMATLARI SIFATINI BAHOLASHNING KO'P OMILLI INDIKATORLARI TIZIMI	213
Ibroximov Iloxomjon Shavkatjon o'g'li	
SANOAT KORXONALARINI IQTISODIY FAOLIYATINI OPTIMALLASHTIRISH YO'LLARI	219
Tillayeva Barno Ramiziddinova	
NOTIJORAT TASHKILOTLAR FAOLIYATIDA AUDITORLIK TEKSHIRUVI VA AUDITORLIK HISOBOTLARINING O'ZIGA XOSLIGI	224
Xolmirmayev Ulug'bek Abdulazizovich, Ubaydullayev Toxirjon Abdullajanovich	



ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РЕИНТЕГРАЦИИ ВОЗВРАЩАЮЩИХСЯ ТРУДОВЫХ МИГРАНТОВ: МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРАКТИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ КЫРГЫЗСТАНА.....	230
<i>Амантурова Дилбара Кыдыкбековна</i>	
РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЛЕКСИКИ В ЯЗЫКОВОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....	237
<i>Асрарова М.У.</i>	
О СКОРИНГОВЫХ МЕТОДАХ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ДОХОДНОСТИ АКЦИЙ УЗБЕКСКИХ ЭМИТЕНТОВ.....	242
<i>Ирмухамедова Муслима Дилшодовна</i>	
UY-JOY QURILISHIDA ESKROU MEXANIZMLARINI JORIY ETISH ORQALI INVESTITSION XAVFSIZLIK VA MOLIVAVIY SHAFFOFLIKNI TA'MINLASH	247
<i>Karimov Inomjon Ortikbaevich</i>	
YASHIL IQTISODIYOT SHAROITIDA KICHIK BIZNESNING RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH MASALALARI	254
<i>Kamoliddinov Ilhomjon Muxammadjonovich, Kobilov Murod Vakkosovich</i>	
TIJORAT BANKLARI RAQOBATBARDOSHLIGINING MOLIVAVIY BARQARORLIK KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRINI BAHOLASH.....	259
<i>Axmedov Toxirjon Xasanjon o'g'li</i>	
SANOAT KORXONALARI IQTISODIY XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA ENERGETIKA VA ISHLAB CHIQARISH SALOHİYATINING ROLI	264
<i>Tursunxo'jayev Sardor Jamoliddin o'g'li</i>	
TIJORAT BANKLARIDA KOMPLAENS-NAZORAT TIZIMI ORQALI RISKLARNI SAMARALI BOSHQARISH	270
<i>Fayziyev Sherzod Djunaydilloyevich</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ БАНКОВСКИМИ РИСКАМИ И СТРАХОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКИНГА В ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	275
<i>Бахтиёров Худайберган Хамдам угли</i>	
DOIMIY BO'LMAGAN KUCH TA'SIRIDA DEFORMATSIYALANUVCHAN STANDART CHIZIQLI QATTIQ MODEL ISHLAB CHIQISH VA SONLI TAHLIL QILISH.....	282
<i>Ahmadov Ilhom Aktam o'g'li, Isomova Sabohat Islom qizi</i>	
YOUTH ENTREPRENEURSHIP AS A FACTOR OF STRUCTURAL ECONOMIC TRANSFORMATION IN UZBEKISTAN.....	290
<i>Isakjanova Saboxat Muhamedovna</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОВОЗБУЖДЕНИЕ НЕЯВНОПОЛЮСНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ.....	298
<i>Пирматов Нурали Бердиёрович, Бекишев Аллаберген Ергашевич, Бердиёров Улугбек Нурали угли, Бердиёров Улмасбек Нурали угли</i>	
YURTIMIZDAGI EKOLOGIK SOF YOG'OCH MATERIALLARIDAN TAYYORLANGAN ORAYOMA KONSTRUKSIYALARINING CHO'ZILISHGA QARSHILIGI	305
<i>Yunusaliyev Elmurod Muhammadyaqubovich, Toshpulatov Ilhomjon Baxtiyorovich</i>	
AYDAR-ARNASOY KO'LLAR TIZIMINING SHAKLLANISH BOSQICHLARI VA ZAMONAVIY EKOLOGIK MUAMMOLARI.....	311
<i>Aminov Hamza Husanovich, Madrimov Rajabboy Masharipovich, Xamdullayeva Aziza Baxtiyor qizi</i>	
EXPLAINABLE AI YORDAMIDA SOC UCHUN TUSHUNTIRILADIGAN KIBERXAVF ANIQLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH	318
<i>N.N. Jo'rayev, A.Sh. Juraboyev</i>	
QUYOSH FOTOELEKTRIK MODULLARINI SUV YORDAMIDA TOZALASH VA SOVITISH USULLARI TAHLILI	324
<i>Ibragimov Umidjon Hikmatullayevich, Qodirov Jobir Ro'zimatovich, Izomov Shahzod Niyoz o'g'li, To'yumurodov Quvonchbek Sherzod o'g'li</i>	



RAQAMLI TEKNOLOGIYALARNING QURILISH SOHASIGA INTEGRATSIYASI: ILG'OR XALQARO TAJRIBA	332
Fayziyeva Gulnoza Abdurahmonovna	
ФАКТОРЫ НАЛОГОВОЙ КУЛЬТУРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОБИРАЕМОСТЬ НАЛОГОВ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	339
Хакимова Ситора Ильёсжон кизи, Муталова Дилором Махамаджановна	
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ	345
Л.А. Кадырова, Б. Н. Эгамов	
О'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA SUG'URTA BOZORINING TUZILISHI TAHLILI	350
G'ozdiyeva Aziza Abdusalomovna	
MINTAQALARDA INNOVATSION FAOLIYATNI MOLİYALASHTIRISH MANBALARINI DIVERSIFIKATSIYA QILISH MASALALARI	358
Xamrayev Quvvat Iskandarovich	
KONTEYNERLI TASHUVLARNING JORIY HOLATI, MAVJUD MUAMMOLAR VA RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI	366
Samatov G'affor Alloqulovich, Xolmatov Bekzod Nurmatovich, Toxirov Maxmudjon Murodjon o'g'li, Absattarov Isomiddin Xotam o'g'li	
KICHIK BIZNES KORXONALARIDA ISHLAB CHIQARISH OMILLARI BO'YICHA NOMUVOFIQLIKNI ANIQLASH VA BARTARAF ETISH MEXANIZMI	381
Kaypnazarova Gulshad Xojamuratovna	
TASHQI SAVDO BALANSINI MUVOZANATLASHTIRISH: NAZARIY VA AMALIY JIHATLAR	386
Rahimov Eshmurod Normurodovich, Misliddinov Ikromjon Kamoliddin o'g'li	
SIFATLI TIBBIY XIZMAT KO'RSATISH VA AHOLIGA QAMROVNI TA'MINLASHDA BOSHQARUV QARORLARINING AHAMIYATI	391
Satvoldiyev Ulugbek Kamilovich	
SUN'IY INTELLEKT TIZIMLARIDA GIPERPARAMETRLARNI MATEMATIK OPTIMALLASHTIRISH USULLARI	396
Husan Arziqulov Normurod o'g'li	
ENHANCING THE SERVICE SECTOR AS A MEANS OF CREATING EMPLOYMENT IN TOURISM INFRASTRUCTURE	401
Zarikeev Rasul Polatovich	
EXPANDING BANK CREDIT OPPORTUNITIES FOR FAMILY-OWNED ENTERPRISES IN UZBEKISTAN	406
Isakov Janabay Yakipbaevich	
BANKS' BROKERAGE AND ADVISORY SERVICES IN FACILITATING SECURITIES TRANSACTIONS AND IMPROVING MARKET LIQUIDITY	412
Isakov Isobek Janabay uli	
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗМОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ	416
Ибрагимов Мансур Ахметович	
ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОВАЙДЕРОВ В УСЛОВИЯХ ПОСТРОЕНИЯ НОВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК	421
Маннапова Феруза Фахриддин кизи	
О'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA ISLOM MOLİYASINI HUQUQIY TARTIBGA SOLISH VA INSTITUSIONAL ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	428
Isroilov Obid Olimjonovich	
OZIQ-OVQAT BOZORI KON'YUNKTURASINI BAHOLASHDA KO'P OMILLI REGRESSIYA MODELINING SAMARADORLIGI	433
Abduraxmonov Adxamjon Sultonboyevich	



AHOLI TURMUSH TARZINI YAXSHILASHNING ISTIQBOLLARI.....	438
Djuraeva Didora Sobirjonovna	
ZAMONAVIY MOLIVAVIY INFRATUZILMANING INSTITUSIONAL ASOSLARI: TO'LOV TIZIMLARI NAZARIYASI VA O'ZBEKISTON AMALIYOTI	441
Toshniyozov Sherali Kamoliddinovich	
XIZMAT KO'RSATISH KORXONALARIDA RAQAMLI MENEJMENT VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA STRATEGIK BOSHQARUVNI TAKOMILLASHTIRISH	449
Zayaviddinova Nafisa Muxammadovna	
CORPORATE GOVERNANCE, FDI, AND URBANIZATION IN THE GREEN ECONOMIC TRANSFORMATION OF UZBEKISTAN	454
Ablaeva Valentina	
FEMALE ENTREPRENEURSHIP AND MICRO-ENTERPRISE DEVELOPMENT	460
Dilafroz Kuchkorova	
LEGIRLANGAN PO'LATLARDAN TAYYORLANGAN PROKATLASH JO'VALARINI CHIDAMLILIGINI OSHIRISH UCHUN TERMIK PUXTALASH TEXNOLOGIYALARINI TAKOMILLASHTIRISH	466
Saydumarov Botir Muradovich, Berdiyev Darob Murotovich, Tashmatov Ravshan Qobilovich	
SHAMOL TURBINASINING IKKI TOMONLAMA TA'MINLANADIGAN ASINXRON GENERATORI O'TKINCHI JARAYONLARINING TAHLILI	471
Bekishev Allabergen Yergashevich, Kurbonov Najmiddin Abduxamidovich, Yunusov Obidxon Abdivait o'g'li, Jo'rayev Doston Majid o'g'li	
TIJORAT BANKLAR FAOLIYATI SAMARADORLIGINI OSHIRISHGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR TAHLILI.....	479
Babaxanova Dildora Rustamovna	
RAQOBAT USTUNLIGIGA ERISHISHDA ZAMONAVIY MARKETING TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH	485
Meliqulov Abdulhalil Norinovich	
JAMOAT AHAMIYATIGA EGA TASHKILOTLAR TOIFASIGA KIRITISH MEZONLARI, ULARNING MOLIVAVIY HISOBOTLARI VA AUDITIGA QO'YILADIGAN TALABLAR.....	490
Shodiyev Murodjon Bakirovich	
EFFICIENCY OF IMPROVING THE IT SERVICES EXPORT	494
Uzakov Ortik Shaymardanovich	
CHORVACHILIKDA ILK VETERINARIYA XIZMATI TARIXI: QADIMGI O'ZBEKISTON MISOLIDA.....	499
Sayfudinova Djamila Badridinovna	
AHOLINI IJTIMOYIY HIMOYALASH TIZIMINI BOSHQARISHGA BAG'ISHLANGAN DASTLABKI ILMIY QARASHLARNING SHAKLLANISHI VA ULARNING TAHLILI	503
Xamroyev Anvar Ashurovich	
AHOLINING MOLIVAVIY SAVODXONLIGINI RIVOJLANTIRISH OMILLARI HAMDA MOLIVAVIY TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING IQTISODIY AFZALLIKLARI.....	508
A.A.Abduvoxidov	
NODAVLAT OLIY TA'LIM MUASSASALARINING MOLIVAVIY HOLATINI KOMPLEKS BAHOLASH VA IQTISODIY SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH	518
Turmanqulov Norpo'lat Sa'dullayevich	
PERFORMANCE APPRAISAL FAIRNESS AND EMPLOYEE OUTCOMES IN UZBEKISTAN'S EDUCATIONAL INSTITUTIONS: A QUANTITATIVE INVESTIGATION	525
Farida Nishanova	
SANOAT KORXONALARIDA SIFAT BOSHQARUVI TIZIMLARINING ISHLAB CHIQARISH JARAYONIGA TA'SIRI	535
O'.M. Baytanov	



DIGITAL METHODS FOR MONITORING HAND HYGIENE AND AUTOMATIC NAIL SEGMENTATION USING COMPUTER VISION TECHNOLOGIES	540
Shavkat Shukhratovich Azimov, Temurbek Zokir Ugli Daminov, Durdona Nurjonovna Rasulova, Dilorom Umrzakovna Nalibaeva	
MATLAB-BASED OPTIMIZATION OF METHANE FEED INTAKE IN A GTL PLANT FOR SYNTHETIC FUEL PRODUCTION.....	545
U.T. Beshimov, U.R. Azamatov, A.G. Makhsumov, E.E. Mashaev	
НЕОБХОДИМОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ВЛОЖЕНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	554
Зайналов Ж.Р. , Абдуллаева С.Ш., Нурмухамедов А.М.	
INFORMATIKA FANINI O'QITISHDA ONLAYN TEST VA AVTOMATIK BAHOLASH TIZIMLARI: INNOVATION METODLAR, ZAMONAVIY YONDASHUVLAR VA DOLZARB MUAMMOLAR TAHLILI	561
Nasriddinov Zaynobiddin Xusniddin o'g'li, Sayidov Nozimjon Abdulnosirovich	
SERVOMOTORLARNING XARAKTERISTIKALARI	565
Pirmatov Nurali Berdiyrovich, Egamov Akmal Mamarasulovich, Mamarasulov Nodir Akmal o'g'li	



SERVOMOTORLARNING XARAKTERISTIKALARI

Pirmatov Nurali Berdiyarovich

Toshkent davlat texnika universiteti

“Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi” kafedrası professori

E-mail: npirmatov@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5212-2593

Egamov Akmal Mamarasulovich

Toshkent davlat texnika universiteti

“Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi” kafedrası katta o'qituvchisi

E-mail: egamov5880@gmail.com

ORCID: 0009-0003-5201-0550

Mamarasulov Nodir Akmal o'g'li

Toshkent davlat texnika universiteti

“Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi” kafedrası tayanch doktoranti

ORCID: 0009-0003-3666-8758

Annotatsiya. Zamonaviy sanoat va avtomatlashtirish tizimlarida servomotorlar harakat va pozitsiyani yuqori aniqlikda boshqarishda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur maqolada servomotorlarning turlari, ularning ishlash prinsipi hamda qo'llanilish sohalari yoritilgan. Xususan, doimiy magnitli sinxron servomotorlarning (PMSM) texnik va dinamik xususiyatlari tahlil qilinib, ular asinxron servomotorlar bilan samaradorlik, boshqaruv aniqligi hamda javob tezligi bo'yicha solishtiriladi. PMSM'ning asosiy afzalliklari sifatida yuqori samaradorlik, ixchamlik hamda moment ustidan aniq nazorat qilish imkoniyati ko'rsatib o'tiladi. Shuningdek, maqolada CTB S18-205 servomotori misolida texnik ko'rsatkichlar hamda dinamik xarakteristikalar amaliy jihatdan tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Servomotor, doimiy magnitli sinxron motor (PMSM), asinxron servomotor, texnik xarakteristikalar, dinamik xarakteristikalar, avtomatlashtirish tizimlari, CTB S18-205, samaradorlik, boshqaruv aniqligi.

Abstract. In modern industrial and automation systems, servomotors play an important role in controlling motion and position with high precision. This article discusses the types of servomotors, their operating principles, and application areas. In particular, the technical and dynamic characteristics of Permanent Magnet Synchronous Motors (PMSM) are analyzed and compared with asynchronous servomotors in terms of efficiency, control accuracy, and response speed. The main advantages of PMSM include high efficiency, compact design, and precise torque control. In addition, the technical parameters and dynamic characteristics of the CTB S18-205 servomotor are analyzed as a practical example.

Keywords: Servomotor, Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM), asynchronous servomotor, technical characteristics, dynamic characteristics, automation systems, CTB S18-205, efficiency, control accuracy.

Аннотация. В современных промышленных и автоматизированных системах сервомоторы играют важную роль в управлении движением и положением с высокой точностью. В статье рассмотрены виды сервомоторов, их принцип работы и области применения. В частности, проанализированы технические и динамические характеристики синхронных сервомоторов с постоянными магнитами (PMSM), а также проведено их сравнение с асинхронными сервомоторами по показателям эффективности, точности управления и быстродействия. В качестве основных преимуществ PMSM отмечаются высокая эффективность, компактность и возможность точного контроля момента. Кроме того, в статье проведён практический анализ технических показателей и динамических характеристик сервомотора CTB S18-205.

Ключевые слова: Сервомотор, синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM), асинхронный сервомотор, технические характеристики, динамические характеристики, системы автоматизации, CTB S18-205, эффективность, точность управления.

KIRISH

Zamonaviy sanoat va avtomatlashtirilgan tizimlarda servomotorlar muhim rol o'ynaydi. Ular harakat va pozitsiyani yuqori aniqlikda nazorat qilish imkonini beruvchi elektr motorlar sifatida qo'llaniladi. Servomotorlar nafaqat kompyuter yordamida boshqariladigan avtomatlashtirilgan dastgohlar, robototexnika hamda avtomatlashtirish tizimlarida, balki tibbiyot uskunolari, aviatsiya va elektrotransport sohalarida ham keng qo'llanilmoqda.

Servomotorlar asosan ikki turga bo'linadi: asinxron servomotorlar va sinxron servomotorlar. Ular orasida doimiy magnitli sinxron servomotorlar (PMSM — Permanent Magnet Synchronous Motor) eng samarali hamda yuqori aniqlikdagi boshqaruv imkoniyatiga ega bo'lgan motorlar hisoblanadi. PMSM motorlarining asosiy afzalliklari sifatida yuqori samaradorlik, ixchamlik hamda tezlik va moment ustidan aniq nazorat qilish imkoniyati ko'rsatib o'tiladi [1].

Asinxron servomotorlar esa oddiy tuzilishga ega bo'lib, nisbatan arzon, bardoshli hamda ayrim sohalarida yetarli darajada funksional hisoblanadi. Biroq ular PMSM motorlari bilan solishtirilganda boshqaruv aniqligi, energiya samaradorligi hamda javob tezligi bo'yicha bir qator cheklolarga ega [2].

Ushbu maqolada doimiy magnitli sinxron servomotorlarning texnik va dinamik xarakteristikallari, ularning asinxron servomotorlar bilan taqqoslanishi hamda CTB S18-205 modeli misolida amaliy tahlil natijalari ko'rib chiqiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Servomotorlarning xarakteristikallari elektr yuritmalar nazariyasi hamda zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlar rivojida muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Ularning tezlik va momentni yuqori aniqlikda boshqarish imkoniyatlari sanoat robototexnikasi, CNC qurilmalari hamda avtomatik boshqaruv tizimlarida keng qo'llanilishiga sabab bo'lmoqda.

Doimiy magnitli sinxron va cho'tkasiz motorlarning konstruktiv xususiyatlari, moment zichligi hamda samaradorlik masalalari Hendershot va Miller tadqiqotlarida yoritilgan [1]. Asinxron va sinxron servomotorlarning ishlash prinsipi hamda energiya samaradorligi jihatidan farqlari esa boshqa ilmiy manbalarda tahlil qilingan [2].

PMSM va BLDC yuritmalarining matematik modellari, elektromagnit moment hosil bo'lishi hamda boshqaruv algoritmlari Krishnan ishlarida keng ko'rib chiqilgan [3,6]. Elektr yuritmalarni boshqarishning statik va dinamik xarakteristikallari, barqarorlik hamda optimallashtirish masalalari esa Leonhard hamda Boldea va Nasar tomonidan asoslab berilgan [4,5].

Vektor boshqaruvi, sensorless boshqaruv hamda to'g'ridan-to'g'ri momentni boshqarish usullarining servomotorlarning yuqori dinamik javobini ta'minlashdagi ahamiyati Vas tadqiqotlarida ko'rsatib o'tilgan [7,11]. Ishlab chiqaruvchi kompaniyalar tomonidan taqdim etilgan texnik hujjatlarda esa real moment-tezlik xarakteristikallari, inertsia hamda samaradorlik ko'rsatkichlari keltirilgan [8].

Zamonaviy modellashtirish vositalari, jumladan MATLAB/Simulink muhitidagi FOC algoritmlari servomotorlarning ish rejimlarini modellashtirish va tahlil qilish imkonini beradi [9]. Elektr mashinalari hamda yuritma tizimlarining umumiy nazariyasi Wildi va Boldea asarlarida keng yoritilgan [10,12]. Shuningdek, motor yuritmalarini modellashtirish, tahlil qilish va boshqarishning tizimli yondashuvi Krishnan tomonidan ishlab chiqilgan [13].

Natijada, mazkur ilmiy adabiyotlar servomotorlarning mexanik, elektromagnit hamda boshqaruv xarakteristikallari o'zaro bog'liq holda o'rganilishi zarurligini ko'rsatadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Servomotorlarning matematik modellarini ishlab chiqish hamda ularning xarakteristikalarini tahlil qilish bo'yicha tadqiqotlar asosan quyidagi ilmiy yondashuvlarga tayangan holda amalga oshiriladi:

- elektromagnit jarayonlarga asoslangan analitik va matematik modellashtirish usullari [1,3];
- elektr yuritmalarni boshqarish nazariyasiga asoslangan dinamik tizim modellari [4,5];
- vektor boshqaruvi hamda to'g'ridan-to'g'ri momentni boshqarish algoritmlariga asoslangan zamonaviy boshqaruv usullari [7,11].

Doimiy magnitli sinxron servomotorlar (PMSM) uchun matematik model odatda dq-koordinatalar tizimida ifodalanadi. Ushbu model elektr yuritmaning elektromagnit jarayonlarini aniq tasvirlash imkonini beradi. Stator kuchlanish tenglamalari esa quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:



$$u_d = R_s i_d + L_d \frac{di_d}{dt} - w_e L_q i_q$$

Servomotorlarni samarali boshqarish uchun zamonaviy tadqiqotlarda Field-Oriented Control (FOC) hamda sensorless boshqaruv algoritmlaridan keng foydalanilmoqda. MATLAB/Simulink muhitidagi modellash vositalari yordamida statik va dinamik xarakteristikalar, o'tish jarayonlari hamda boshqaruv parametrlarining optimallasuvi tahlil qilinadi [9]. Shuningdek, ishlab chiqaruvchilar tomonidan taqdim etilgan texnik hujjatlarda keltirilgan real moment–tezlik grafigi, nominal tok hamda samaradorlik ko'rsatkichlari matematik modelni verifikatsiya qilishda muhim ahamiyat kasb etadi [8].

Natijada, servomotorlarning xarakteristikalarini tadqiq etishda elektromagnit, mexanik hamda boshqaruv jarayonlarini yagona matematik model doirasida integratsiyalash, shuningdek zamonaviy raqamli modellash usullaridan foydalanish elektr yuritmalari samaradorligini oshirish hamda optimal ish rejimlarini aniqlash imkonini beradi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Servomotorlar turlari va ularning ishlash prinsipi. Servomotorlar — yopiq nazorat konturida ishlaydigan hamda moment, burchak va tezlikni yuqori aniqlikda boshqarish imkonini beruvchi elektr motorlardir. Ular avtomatik boshqaruv tizimlari, robototexnika, CNC dastgohlari va boshqa avtomatlashtirilgan qurilmalarda keng qo'llaniladi.

Servomotorlar odatda uch asosiy turga ajratiladi:

1. O'zgarmas tokli (DC) servomotorlar;
2. Asinxron servomotorlar;
3. Doimiy magnitli sinxron servomotorlar (PMSM).

O'zgarmas tokli servomotorlarda elektromagnit moment quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$T = K_T * I_a$$

Motor momenti quyidagi kattaliklar orqali aniqlanadi:

M — motor momenti;

K_T — moment konstantasi;

I_a — rotor chulg'amidagi tok.

Rotorga o'rnatilgan enkoder yordamida tezlik va pozitsiya haqidagi ma'lumotlar olinadi. Bu esa yopiq konturli tezlik yoki pozitsiya boshqaruvi orqali yuqori aniqlikni ta'minlaydi [3].

Kamchiliklari:

- cho'tkalarining yeyilishi tufayli xizmat muddati cheklangan;
- tezlik javobi nisbatan sekin.

Asinxron servomotorlar — uch fazali qisqa tutashgan rotorli motorlarga asoslangan bo'lib, odatda vektorli boshqaruv (Field-Oriented Control — FOC) usuli yordamida boshqariladigan servo motor turidir.

Sirpanish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \quad \text{yoki} \quad s = \frac{f_s - f_r}{f_s},$$

bu yerda: n_s - sinxron aylanish tezligi (ayl/min); n_r - rotor tezligi (ayl/min);

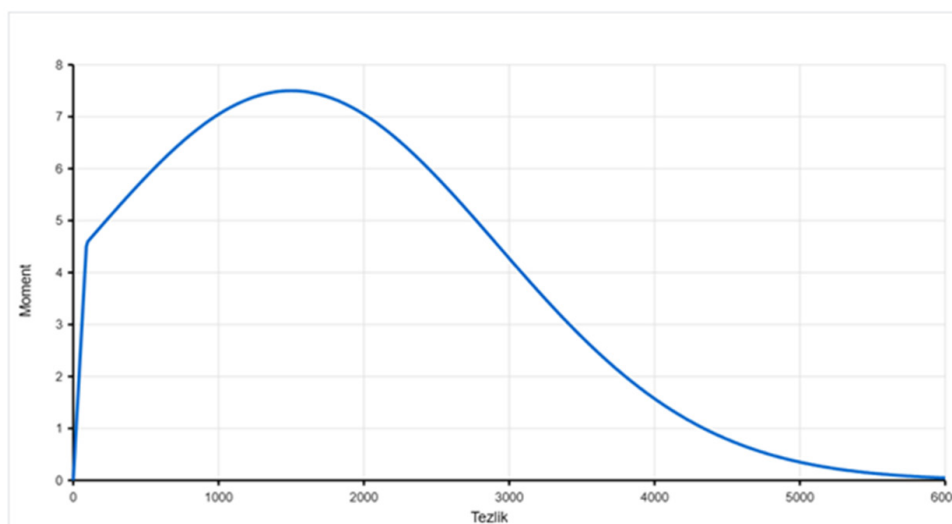
f_s, f_r - stator va rotor chastotalari.

Moment ifodasi:

$$M_e = \frac{3}{w_s} * \frac{R_r'}{s} * \frac{V^2}{\left[\left(R_s + \frac{R_r'}{s} \right)^2 + (X_s + X_r')^2 \right]},$$

bu yerda: R_r' - rotor qarshiligi; s – sirpanish; V - stator kuchlanishi; w_s - sinxron burchak tezligi.

1-rasmda asinxron servomotorning moment–tezlik xarakteristikasi ko'rsatilgan.



1-rasm. Asinxron servomotorning moment–tezlik xarakteristikasi

1-rasmda keltirilgan grafik ANSYS Maxwell dasturi yordamida qurilgan. Bunda servomotorning texnik ma'lumotlari dasturga kiritilib, hisoblash jarayoni Run buyrug'i orqali amalga oshirilgan. Grafikda asinxron servomotor uchun momentning tezlikka nisbatan o'zgarishi tasvirlangan.

Past tezliklarda moment asta-sekin oshib boradi va muvozanat tezligida (taxminan 1500 ayl/min) maksimal qiymatga yetadi. Shundan so'ng, sirpanish kamayishi bilan moment ham pasayadi. Ushbu parabolasiimon xarakteristika motorning sirpanishga bog'liq energiya uzatish xususiyatini ifodalaydi [4].

Doimiy magnitli sinxron servomotorlar (PMSM). PMSM rotorida doimiy magnitlar mavjud bo'lib, ular stator hosil qiladigan sinxron aylanuvchi magnit maydon bilan birgalikda aylanadi. Shu sababli motor sinxron rejimda ishlaydi, ya'ni sirpanish nolga teng ($s = 0$) bo'ladi.

PMSM motorida moment Field-Oriented Control (FOC) usuli orqali boshqariladi. Bunda statorga berilayotgan fazali toklar quyidagi bosqichlarda qayta ishlanadi:

Stator toklarini d–q o'qlariga o'tkazish (Park transformatsiyas

$$i_d = i_\alpha * \cos \theta + i_\beta * \sin \theta$$

$$i_q = -i_\alpha * \sin \theta + i_\beta * \cos \theta$$

Moment tenglamasi (Surface mounted PMSM uchun):

$$M_e = \frac{3}{2} * p * \psi_m * i_q,$$

bu yerda: p - juft qutblar soni; ψ_m - doimiy magnit oqimi; i_q – ko'ndalang o'q bo'yicha stator toki (moment hosil qiluvchi tok).

Magnit momenti:

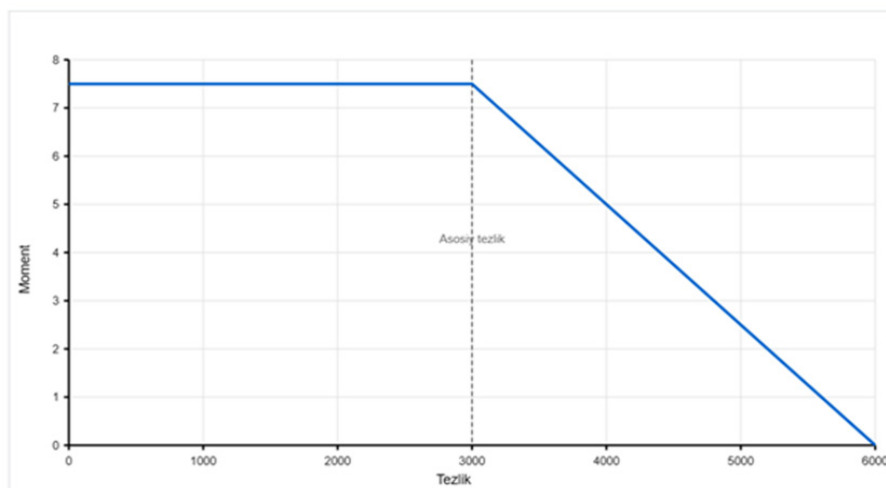
$$M_e = \frac{3}{2} * p * [\psi_m * i_q + (L_d - L_q) i_d * i_q],$$

bu yerda: L_d, L_q -d va q o'qdagi induktivliklar [4].

2-rasmda PMSM servomotorning moment–tezlik xarakteristikasi ko'rsatilgan. Ushbu grafik ANSYS Maxwell dasturi yordamida qurilgan. Bunda servomotorning texnik ma'lumotlari dasturga kiritilib, hisoblash jarayoni Run buyrug'i orqali amalga oshirilgan.

Grafikda MS1H1-75B30CB-A331Z-INT modeliga mos PMSM motorining moment–tezlik bog'lanishi aks ettirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, 0 dan 3000 ayl/min gacha bo'lgan tezlik oralig'ida motor doimiy 7,5 Nm moment ishlab chiqaradi (asosiy tezligacha bo'lgan zona).

3000 ayl/min dan keyin esa moment chiziqli ravishda 0 ga kamayadi, ya'ni field-weakening zonasi yuzaga keladi. Ushbu xususiyat PMSM motorlarining yuqori samaradorlikka ega ekanligini hamda keng tezlik diapazonida samarali ishlash imkoniyatini ko'rsatadi (2-rasm).



2-rasm. PMSM servomotorning moment–tezlik xarakteristikasi

Afzalliklari:

- yuqori samaradorlik (>95 %);
- yuqori aylanish momenti zichligi (Nm/kg);
- sinxron aylanish rejimi (sirpanish mavjud emas);
- yuqori dinamik javob.

1-jadval. Turli servomotorlarning asosiy texnik va funksional ko'rsatkichlari taqqoslanishi

Parametr	DC servomotor	Asinxron servomotor	PMSM
Sirpanish	yo'q	bor ($0 < s < 1$)	yo'q
Samaradorlik	o'rtacha	yaxshi	juda yuqori
Nazorat aniqligi	yaxshi	o'rtacha	juda yuqori
Aylanish momenti	o'rtacha	o'rtacha	yuqori
Narxi	o'rtacha	past	yuqori

Doimiy magnitli sinxron servomotorlar (PMSM) yuqori aniqlik, dinamika hamda samaradorlik talab qilinadigan sanoat tizimlarida keng qo'llaniladi. PMSM motorlarining asosiy xarakteristiklari quyidagi fizik-matematik qonunlar asosida tavsiflanadi [6].

PMSM motorida hosil bo'ladigan elektromagnit moment quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$M_e = \frac{3}{2} * p * \psi_f * i_q,$$

Bu yerda:

M_e — elektromexanik moment (Nm);

p — qutb juftlari soni;

ψ_f — rotor magnit oqimi (Wb);

i_q — ko'ndalang q o'qi bo'yicha stator toki (A).

Mazkur tenglama Field-Oriented Control (FOC) asosida ishlaydigan servomotorlar uchun dolzarb hisoblanadi. Bunda elektromagnit moment asosan i_q toki orqali boshqariladi. Bo'ylama d o'qi bo'yicha stator toki (i_d) odatda nolga teng qilib qabul qilinadi [7].

PMSM motorlari ikki asosiy ish zonasiga ega:

- 0 – nominal tezlik oralig'i: doimiy moment zonasi.

$$M_e = M_{nom}, \quad \omega \leq \omega_b$$

- Nominal tezlik – maksimal tezlik: field weakening zonasi:

$$V_s = \sqrt{(R_s * i_d - w * \psi_f)^2 + (R_s * i_q + L_q * \omega * i_q)^2}.$$

Ushbu zonada magnit oqimi manfiy i_q toki orqali kamaytiriladi. Bu usul maksimal aylanish tezligini oshirish imkonini beradi, biroq momentning ma'lum darajada kamayishiga olib keladi [8].

PMSM motorlarining foydali ish koeffitsiyenti odatda 90–96 % oralig'ida bo'ladi. Asinxron motorlarga nisbatan PMSM motorlar quyidagi afzalliklarga ega:

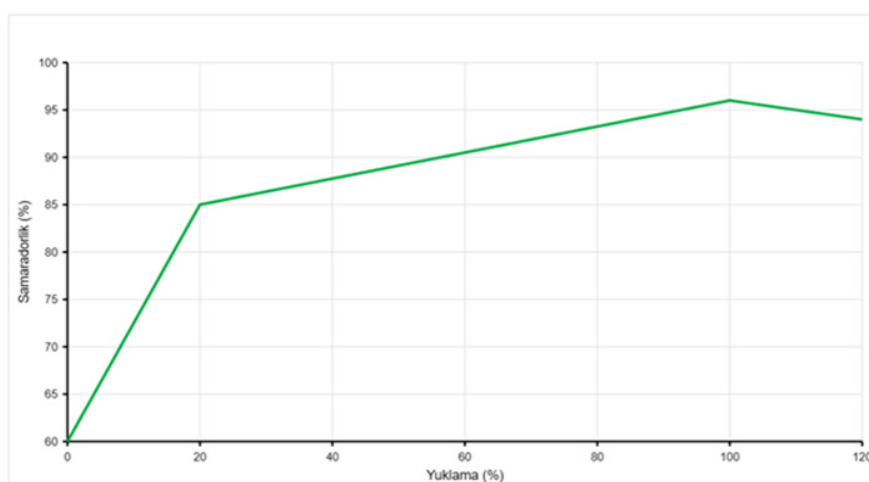
- stator magnit oqimi nisbatan kichik;
- rotorda elektr isroflari mavjud emas (doimiy magnitlar bilan ta'minlangan);
- haroratni nazorat qilish jarayoni nisbatan oson.

$$\eta = \frac{P_{chq}}{P_{kr}} = \frac{M_e \cdot \omega}{V_s \cdot I_s}$$

3-rasmda PMSM servomotorining foydali ish koeffitsiyentining yuklamaga bog'liqlik grafigi ko'rsatilgan. Ushbu grafik ANSYS Maxwell dasturi yordamida qurilgan. Bunda servomotorning texnik ma'lumotlari dasturga kiritilib, hisoblash jarayoni Run buyrug'i orqali amalga oshirilgan.

Mazkur grafik PMSM motorining yuklama (%) ortib borishi bilan foydali ish koeffitsiyenti (%) qanday o'zgarishini ifodalaydi. Grafikdan ko'rinib turibdiki, foydali ish koeffitsiyenti 50–100 % yuklama oralig'ida eng yuqori qiymatga, ya'ni taxminan 96 % ga yetadi.

Yuklama 100 % dan oshgandan so'ng foydali ish koeffitsiyenti asta-sekin pasaya boshlaydi. Ushbu holat PMSM motorlarining o'rtacha yuklama diapazonida maksimal samaradorlikka erishishini ko'rsatadi [9] (3-rasm).



3-rasm. PMSM servomotorining foydali ish koeffitsiyentining yuklamaga bog'liqligi

XULOSA VA TAKLIFLAR

Asinxron, o'zgarmas tokli hamda doimiy magnitli sinxron servomotorlarning texnik taqqoslanishi.

Sanoatda servo tizimlar uchun motor tanlashda asosiy mezonlar quyidagilardan iborat: momentni boshqarish aniqligi, foydali ish koeffitsiyentining yuqori bo'lishi, ishlash diapazoni, xizmat muddati hamda narx ko'rsatkichi.

2-jadvalda keltirilgan qiyosiy tahlil yuqoridagi parametrlar bo'yicha asinxron, o'zgarmas tokli hamda doimiy magnitli sinxron servomotorlarning energetik ko'rsatkichlarini baholaydi [10] (2-jadval).

2-jadval. Asinxron, PMSM va o'zgarmas tokli servomotorlarning texnik taqqoslanishi

Parametr	Asinxron motor (1LE1001-1DB23-2AB4)	PMSM servomotor (MS1H1-75B30CB-A331Z-INT)	O'zgarmas tokli motor (DC motor)
Quvvat	0,75 kW	0,75 kW	0,75 kW
Nominal moment	4,9 Nm	2,39 Nm	~2,4–2,7 Nm
Nominal aylanish tezligi	1430 ayl/min	3000 ayl/min	2500–3000 ayl/min
Maksimal moment	~6,5 Nm	≥7,2 Nm	~5–6 Nm
Foydali ish koeffitsiyenti η (nominal yuklamada)	~83 % (IE2)	≥90 %	~80–85 %
Quvvat koeffitsiyenti ($\cos \varphi$)	0,82	≈0,97	1 (to'g'ridan-to'g'ri DC kuchlanish)
Rotor turi	Qisqa tutashtirilgan alyuminiy rotor	NdFeB magnitli sinxron rotor	Bobinali silliq rotor (kommutatorli)



Sensorli boshqaruv	Encoder orqali	Resolver yoki encoder	Yo'q (analog boshqaruv)
Sovitish usuli	Tabiiy havo sovitish (IC411)	Havo sovitish	Tabiiy yoki ventilyatorli
Massasi	9,8 kg	1,9 kg	~4,5–5,5 kg
Nazorat algoritmi	Scalar (V/f), FOC	FOC, sensorless	Kuchlanish yoki tok orqali oddiy analog boshqaruv
Dinamik javob vaqti	20–50 ms	≤1 ms	~5–10 ms
Narxi (2024-yil uchun)	~120 USD	~220 USD	~90–130 USD

Foydali ish koeffitsiyentining formulasi ikkala motorda umumiy tarzda aniqlanadi:

$$\eta = \frac{P_{\text{Chqish}}}{P_{\text{Kirish}}} = \frac{M_e \cdot \omega}{V \cdot I \cdot \cos \varphi}$$

Asinxron motorlarda $\cos \varphi$ (quvvat koeffitsiyenti) odatda past bo'ladi (0,7–0,9), bu esa reaktiv quvvat sarfining nisbatan yuqori ekanligini ko'rsatadi.

PMSM motorlarda esa $\cos \varphi \approx 1$, ya'ni elektr energiyaning deyarli barchasi foydali ish bajarishga yo'naltiriladi [12].

Xulosa qilib aytganda, PMSM motorlari yuqori tezlik va samaradorlikka ega bo'lib, nisbatan kichik massada yuqori foydali ish koeffitsiyentini ta'minlaydi. Asinxron motorlar esa og'irroq konstruksiyaga ega, aylanish tezligi nisbatan past bo'ladi hamda issiqlik ta'sirlariga nisbatan bardoshli hisoblanadi. Biroq energiya isroflari ularda ko'proq kuzatiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Hendershot, J. R., & Miller, T. J. E. (2010). Design of Brushless Permanent-Magnet Motors. Magna Physics Publishing and Motor Design Books.
2. Gian Transmission. (2011). Asynchronous Servomotor vs. Synchronous Servomotor.
3. Krishnan, R. (2010). Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives. CRC Press.
4. Leonhard, W. (2001). Control of Electrical Drives. Springer.
5. Boldea, I., & Nasar, S. A. (2002). Electric Drives. CRC Press.
6. Krishnan, R. (2010). Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives. CRC Press.
7. Vas, P. (1998). Sensorless Vector and Direct Torque Control. Oxford University Press.
8. Leadshine Technology Co., Ltd. MS1H1-75B30CB-A331Z-INT Servo Motor Specification Sheet.
9. MathWorks. MATLAB Documentation: Field-Oriented Control of PMSM (Simulink Examples).
10. Wildi, T. (2013). Electrical Machines, Drives, and Power Systems. Pearson Education.
11. Vas, P. (1990). Vector Control of AC Machines. Oxford University Press.
12. Boldea, I. (2005). Electric Drives. CRC Press.
13. Krishnan, R. (2001). Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control. Pearson Education.



Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 3

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100