

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

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

№12

2025
dekabr



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, 737 sahifa.
2025-yil, dekabr*

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

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

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalandar 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

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

RASMIY RIVOJLANISH YORDAMI (OFFICIAL DEVELOPMENT ASSISTANCE, ODA) ORQALI O'ZBEKISTONDA DAVLAT MOLIYASINI BOSHQARISH (PUBLIC FINANCIAL MANAGEMENT, PFM) TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH	24
Pulatov Dilshod Haqberdiyevich, Ulug'ova Maftunabonu To'liqinova	
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN LEADING WHEAT-PRODUCING COUNTRIES.....	28
Turayeva Gulizahro	
BLOKCHEYN TIZIMLARI UCHUN XESH FUNKSIYALARNI TANLASH MEZONLARI VA SAMARADORLIK KO'RSATKICHLARI TAHLILI	32
Abduraximov Baxtiyor, Allanov Orif, Turdibekov Baxtiyor	
RIVOJLANGAN DAVLATLAR TAJRIBASI ASOSIDA KICHIK KORXONALARDA ISHLAB CHIQARISHNI SAMARALI TASHKIL ETISH MODELLARI: NAMANGAN VILOYATI MISOLIDA	39
Xonto'rayev Obbosxon Kamolxon o'g'li	
ISSIQLIK AKKUMULYATORINING RAZRYADLANISH JARAYONIDA SUYUQLIK QATLAMLARIDA HARORAT TAQSIMLANISHINING BIR O'LCHOVLI MODEL	43
B.A. Hikmatov, M.S. Mirzayev	
ISLOM MOLIYASI TAMOIYILLARI ASOSIDA YASHIL LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	49
Safarova Nasiba Gulmurod qizi	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ.....	54
Даниярова Улбосын Куатбаевна	
YANGI TURDAGI IKKI QATLAMLI TRIKOTAJ TO'QIMALARI KO'RSATKICHLARINI KOMPLEKS BAHOLASH	58
Ergasheva Rashida Abdug'aniyevna	
HALQALI YIGIRISH MASHINASIDA BURAM UCHBURCHAGINING IP UZILISHIGA BOG'LIQLIGINI TADQIQI.....	62
Soliyev Azizbek Kamoldinovich	
НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТУРИЗМА 2030: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЗБЕКИСТАНА	69
Голышева Елена Вячеславовна	
STRATEGIK JARAYONNING MODELLARI	76
Musayeva Dilnoza Dilshatovna	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ КВАРТИР В МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМАХ.....	81
Уринов Адхамжон Акбарович	
MATERIALLARNI MURAKKAB YASSI TRAEKTORIYALAR BO'YICHA DEFORMASIYALANTIRISHDA PLASTIK DEFORMASIYALANISH JARAYONLARI	88
A.Xakimov, X.Xakimov	
TIJORAT BANKLARI TOMONIDAN LOYIHALARNI ISLOM MOLIYA INSTRUMENTLARI ORQALI MOLIYALASHTIRISH YO'LLARI.....	95
Xaitov Shaxzod Sharipboyevich	
SANOAT KORXONALARINING RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH CHORA-TADBIRLARINING KETMA KETLIGI	102
Xusanova Maloxat Mengnorovna	
TO'QIMACHILIK KORXONALARIDA LOGISTIKA XARAJATLARI TAHLILI	107
Saidova Kamola Xoshimovna	



OZIQ-OVQAT SANOATINI IQTISODIY RIVOJLANTIRISHDA EKOLOGIK MUAMMOLAR VA ULARNI YECHISHNING METODOLOGIK YONDASHUVLARI	111
Tleuv Niyetulla Raxmanovich	
YUQORI MUSTAHKAM KOMPOZIT ARMATURALARDAN FOYDALANILGAN TEMIRBETON KONSTRUKSIYALARINING YUK KO'TARUVCHANLIGI VA UZOQ MUDDATLI DEFORMATSIYALARINI BAHOLASH	114
Mamajanova Odina Alisher qizi	
KORXONALARDA DAROMADLILIK KO'RSATKICHLARINI BAHOLASHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI	119
Farog'at Xo'jabekova, Eshankulova Nafisa Komiljon qizi	
TEMIR YO'L INFRATUZILMASIDA YASHIL IQTISODIYOT TAMOIYILLARINI QO'LLASH: CSR, ESG VA PRI ASOSIDA BARQAROR RIVOJLANISH STRATEGIYASINI SHAKLLANTIRISH	124
Abduraxmanova Muqaddas Toxtasinovna	
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OPTIMIZING MARKETING AND EDUCATIONAL PROCESSES IN HIGHER EDUCATION	128
Sadikov Shoxrux Shuhratovich	
BANK FAOLIYATIDA "YASHIL" MOLIYAVIY VOSITALARDAN FOYDALANISHNING NAZARIY ASOSLARI.....	133
Abduraxmonov Alimardon Sodiq o'g'li	
TIJORAT BANKLARI TOMONIDAN LOYIHALARNI ISLOM MOLIYA INSTRUMENTLARI ORQALI MOLIYALASHTIRISH YO'LLARI	139
Xaitov Shaxzod Sharipboyevich	
BOSHQARUV PSIXOLOGIYASIGA DOIR MUAMMOLARNI BARTARAF ETISHNING ZAMONAVIY YO'NALISHLARI	145
Aripov Oybek Abdullayevich	
TADBIRKORLIK SUBYEKTLARIDA INNOVATSIYALARNI JORIY ETISHNING IQTISODIY SAMARALARI	150
Karimov Nodirbek	
УТИЛИЗАЦИЯ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ХЛОПКА ДЛЯ СИНТЕЗА АНТИКОРРОЗИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ.....	155
Ситмуратов Тулкинбек Сабирбаевич, Баходиров Худайберган Баходир угли	
SANOAT KORXONALARIDA MOLIYAVIY BARQARORLIKNI TA'MINLASHNING METODOLOGIK ASOSLARI.....	163
Ergashev Muhibbek Aslam o'g'li	
O'ZBEKISTON TO'QIMACHILIK SANOATIDA XORIJIY INVESTITSİYALAR SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'NALISHLARI	168
Nazarova A.N.	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСЧЁТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТРУДНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ	172
Шухратов Мамуржон Шухрат угли	
BLOCKCHIAN, IOT (INTERNET OF THINGS) NING IQTISODIY SOHALARDA QO'LLANISHI	178
Avazov Ergash Xidirberdiyevich	
O'ZBEKISTONDA INVESTITSİYALARNI MOLIYAVIY BOSHQARISHNING JORIY HOLATI VA EKONOMETRIK TAHLILLAR ASOSIDA KELGUSI YILLAR PROGNOZI.....	182
Ismailov Dilshod Anvarjonovich	
QISHLOQ XO'JALIGI KLASSTERLARI MOLIYAVIY HOLATINING NAZARIY JIHATLARI	190
Dildora Yuldasheva	
TURIZM SOHASIDA TRANSPORT XIZMATLARINING HOLATI	194
Xalimov Shaxboz Xalimovich	
MAHALLA BUDJETI VA SOLIQLARNING YIG'ILUVCHANLIGINI OSHIRISH YO'LLARI	200
Abdullayev Zafarbek Safibullayevich	



BUDJET TASHKILOTLARIDA QURILISH-TA'MIRLASH XARAJATLARI HISOBINING USLUBIY JIHATLARI.....	206
Azizova Zilola Lochinovna	
KOSHI – BUNYAKOVSKIY – SHVARS INTEGRAL TENGSIZLIGI VA UNING IQTISODIYOTDAGI ROLI.....	212
Saipnazarov Shaylovbek Aktamovich	
ИНТЕГРАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ В АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ СЕКТОР УЗБЕКИСТАНА: ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПЕРЕРАБОТКА БИОМАССЫ И СТРАТЕГИИ СОКРАЩЕНИЯ ПОСТУБОРОЧНЫХ ПОТЕРЬ	219
Эгамбердиев Хумоюн Хамрокулович	
HOVUZ BALIQCHILIGI XO'JALIKLARIDA REJALASHTIRISHNING MUDDATLARI VA BOSQICHLARI	227
Dosmuratova Shaxista Kengashovna, Menglikulov Bakhtiyor Yusupovich	
O'ZBEKISTON SHAROITIDA KICHIK BIZNESNI QO'LLAB-QUVVATLASH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI	233
Ergashev Jamshid Jamoliddinovich	
KON-METALLURGIYA KORXONALARINING KORPORATIV BOSHQARUV TIZIMIDA KPINING O'RNI VA AHAMIYATI.....	237
Ergashov Botirjon Ergashovich	
SANOAT KORXONALARIDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISHNING IQTISODIY SAMARADORLIGI.....	245
Ahmadjanov Ilyosbek	
ACCELERATING SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT IN RURAL AREAS THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	250
O.Q. Xudayberdiyeva, Z.B. Negmatullayeva	
ISSIQXONALARDAN FOYDALANISHNING OZIY-OVQAT XAVFSIZLIGIGA TA'SIRI BO'YICHA MUAMMONI ASOSLASH VA UNING MILLIY MANFAATLARGA ALOQADORLIGINI ANIQLASH	256
Otavullaev Sukhrob Sa'dullo o'g'li	
NAMANGAN VILOYATIDA DON MAHSULOTLARI NARXLARINI SHAKLLANTIRISHDA BOZOR TAJRIBASI	260
Bahriddinov Jahongirbek Ravshanjon o'g'li	
RAQAMLI IQTISODIYOTGA O'TISHNING JAHON TAJRIBASI: MUAMMO VA ISTIQBOL	264
Mamadaliyev Akmaljon	
ПОВЫШЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ НАЛОГОВ В НОВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ.....	269
Зайналов Джахонгир Расулович	
FARG'ONA VODIYSIDA KICHIK BIZNES VA TADBIRKORLIK SUBYEKTLARI FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHNING HUDUDIIY XUSUSIYATLARI	274
Murodxiyeva Feruza Majidovna	
TOG' VA TOG'OLDI HUDUDLARIDA IQLIM O'ZGARISHI SHAROITIDA QISHLOQ XO'JALIGI BARQARORLIGINI TA'MINLASH STRATEGIYALARI.....	280
Abduliyeva Gulshan Maxmudovna	
LABOR MIGRATION IN UZBEKISTAN: SOCIO-ECONOMIC TRENDS AND DEVELOPMENT PROSPECTS	285
Razakova Barno Sayfiyeva	
U-NET BASED POLYP SEGMENTATION ON KVASIR-SEG DATASET: PERFORMANCE EVALUATION AND COMPARISON WITH STATE-OF-THE-ART METHODS	289
Mukhriddin Arabboev, Shohruh Begmatov, Sukhrob Bobojanov	



IQTISODIYOT TARMOQLARI VA SOHALARI RIVOJLANISHIDA SUN'IIY INTELLEKTDAN FOYDALANISH MASALALARI	300
<i>Davletov Islambek Xalikovich, Normirzayev Ulmasjon Muzaffarjon o'g'li</i>	
IQTISODIYOTDA SAMARALI RAQOBAT MUHITINI SHAKLLANTIRISH SHART-SHAROITLARI VA OMILLARI	304
<i>Karimova Iroda Abdusattarovna</i>	
"MENING MAKTABIM" LOYIHASINI OMMALASHTIRISH BO'YICHA XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASI	311
<i>Dilshod Pulatov, Xamidaxon Akbarova, Dildora Mirzayeva</i>	
ISSUES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE EDUCATION MARKET	320
<i>Inomiddin Imomov</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С УЧЕТОМ СТЕПЕНИ НОВИЗНЫ И ЭФФЕКТОВ	324
<i>Алиева Эльнара Аметовна</i>	
ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМУ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ	331
<i>Назарова Гулчехра Нурмуханбетовна</i>	
ECONOMIC GROWTH: THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECT	336
<i>Bustonov Mansurjon Mardonakulovich</i>	
AGROKLASTERDAGI XO'JALIK YURITUVCHI SUBYEKTLAR O'RTASIDAGI O'ZARO ALOQALAR MEKANIZMINING BUGUNGI HOLATI	342
<i>Xaydarov Sardor Komil o'g'li</i>	
SIMSIZ ALOQA TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA TEMIR YO'L STANSIYALARIDA POYEZDLAR HARAKATINI TASHKIL ETISH	350
<i>Joniqulov Egamberdi Shavkat o'g'li</i>	
GENDER SIYOSATI VA DEMOGRAFIK O'SISHNING INSON KAPITALIGA TA'SIRI	357
<i>Ruzmetova Gulira'no Atabekovna</i>	
СОСТОЯНИЕ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА (ВИТАМИН D, КАЛЬЦИЙ, МАГНИЙ, ФОСФОР) У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ОСТРОЙ ПНЕВМОНИЕЙ НА ФОНЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ДИСФУНКЦИЙ	364
<i>Абдурахмонов Жасур Нематович, Шарипова Олия Аскаровна, Бахронов Шерзод Самиевич</i>	
YASHIL IQTISODIYOTNING MOHIYATI VA TARKIBIY TUZILISHI	373
<i>Kalandarova Elnura Muzaffar qizi</i>	
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АО ХУДУДГАЗТАЪМИНОТ	377
<i>Хусанов Дурбек Нишанович</i>	
ТЕМИР YO'L TRANSPORTIDA NAZORAT GABARIT QURILMALARINING ZAMONAVIY HOLATI, TAHLILI VA HARAKAT TAKRIBI GABARITLARINI ANIQLASH USULINI TAKOMILLASHTIRISH	384
<i>Xidirov Erkin Irgashovich</i>	
QISHLOQ XO'JALIGIDA SUV RESURSLARIDAN FOYDALANISH VA SAMARALI TAQSIMLASHDA RIVOJLANGAN XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBALARI	391
<i>Amanbaev Amanali Ortazbaevich</i>	
GLOBAL DARAJADA FAOLIYAT YURITADIGAN BRONLASH TIZIMLARINING ILG'OR XORIY TAJRIBALARI	396
<i>Ismatillaeva Sitara Sayfidin qizi</i>	
DAVLAT-XUSUSIY SHERIKLIGI ASOSIDA INFRATUZILMA LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISHNING NORMATIV-HUQUQIY ASOSLARI	403
<i>Akmal Shodiyev</i>	
QISHLOQ XO'JALIGI MAHSULOTLARI ISHLAB CHIQUVCHI KORXONALARDA LIZING MUNOSABATLARI HISOBİ	408
<i>Inamov Abdusalom Muhamadovich, Inomov Sardor Abdusalomovich, Inomov Hasanboy Abdusalom o'g'li</i>	



O'TKIR BRONXOLIT BILAN KASALLANGAN BOLALARDA KATAMNEZNING EKOLOGIK OMILLAR TA'SIRIDA UZIGA XOS KECHISHI.....	412
Azimova Kamola Talatovna	
THEORETICAL ASPECTS OF STUDYING CONCEPTS RELATED TO YOUTH TOURISM	416
Norboyev Allayor Ismoilovich, Mansurova Zebuniso Abdurashidovna	
THE ESSENTIAL STRATEGIES WAYS OF SERICULTURE INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN.....	420
Khojimatov Ravshanbek Rasuljonovich	
BLENDED LEARNING PLATFORMASI KANSEPSIYASI, ARXITEKTURASI VA FUNKSIONAL TUZILMASI.....	425
Qobulova Madina Tuxbatillo qizi, Mirzaaxmedov Muxammadbobur Karimberdiyevich	
ASALARICHILIKNI RIVOJLANTIRISHNING AHOLI DAROMADLARI VA FAROVONLIGIGA TA'SIRI: IQTISODIY TAHLIL VA EKONOMETRIK BAHOLASH	430
Kuanishbay Berdimuratov	
MARKETING EKOTIZIMINI SHAKLLANTIRISHGA OID XORIJIY YONDASHUVLAR TAHLILI	434
Sobirov Azizbek Avazbekovich	
УЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ДЕНЕЖНЫМИ ПОТОКАМИ ОРГАНИЗАЦИИ	443
Бабахонов Бабуржон Шухрат угли	
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARIGA SOLIQ IMTIYOZLARINI QO'LLASH MASALALARI.....	449
Ibroximov Muxammadjon Abdullajanovich	
QISHLOQ XO'JALIGIDA LOGISTIKA BOSHQARUVINING RAQAMLI MODEL VA UNING SAMARADORLIGI	453
Olimova Bahora Shuxratovna	
СУЩНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	463
Муминходжаева Дилноза Рамизовна	
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АНАЛИТИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ	468
Дурманов Акмал Шаймарданович	
УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ СОЦИАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ: ВЫЗОВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РЕФОРМ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УЗБЕКИСТАНА.....	477
Холмуратов Джахонгир Салимбек угли	
O'ZBEKISTONDA XORIJIY INVESTITSİYALARNI JALB ETISHDA TIJORAT BANKLARINING ROLI.....	483
Yuldashev Erkin Xusanovich	
MINTAQAVIY INVESTITSIYA-INNOVASION JARAYONLARGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR	489
Xamrayev Quvvat Iskandarovich	
AGROKLAFTERLARDA ICHKI SOTISH JARAYONIDA TRANSFERT BAHOLARNI BELGILASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH	495
Eshmuradov Ulug'bek Tashmuratovich	
INTERNATIONAL EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF MICE TOURISM AND ITS ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN.....	501
Ilkhomova Gulnoza Zayniddin kizi	
MUHANDISLIK KONSTRUKSIYALARIDA MURAKKAB SIRTLARNI CHIZMA GEOMETRIYA YORDAMIDA TAHLIL QILISH.....	507
Qutbtiddinov Hikmatillo Qudratillo o'g'li	
TADBIRKORLIKNI QO'LLAB-QUVVATLASHNING ZAMONAVIY MEXANIZMLARI VA ULARNING IQTISODIY RIVOJLANISHGA TA'SIRI	512
Umarova Munira Muxitdinovna	



JINDA ARRALI SILINDR TISHLARIDAN TOLANI AJRATISH JARAYONINI HAVO OQIMI ASOSIDA OPTIMALLASHTIRUVCHI ENERGIYA TEJAMKOR QURILMANI MODELLASHTIRISH.....	516
Mirzakarimov Mirsharofiddin Mirzaabdurahimovich	
TADBIRKORLIK SUBYEKTLARI TOMONIDAN ISHLAB CHIQUYILGAN MAHSULOTLARNI XORIJGA EKSPORT QILISH MEKANIZMLARI	524
Matkarimov Anvar Tajimatovich	
MUHANDISLIK KONSTRUKSIYALARIDA MURAKKAB SIRTLARNI CHIZMA GEOMETRIYA YORDAMIDA TAHLIL QILISH	528
Qutbtiddinov Hikmatillo Qudratillo o'g'li	
SOLIQ TO'LOVCHILAR FAOLIYATINI SOLIQ NAZORATINI AMALGA OSHIRISHNING NAZARIY ASOSLARI	533
Ismailov Bobir Salomovich	
QISHLOQ XO'JALIK KORXONALARIDA KAPITAL QO'YILMALAR XUSUSIYATLARI VA ULAR AUDITINI TAKOMILLASHTIRISH	540
Baxriyev Muxiddin Sheraliyevich	
QISHLOQ XO'JALIK KORXONALARIDA ASOSIY VOSITALAR VA ULAR BUXGALTERIYA HISOBINING XUSUSIYATLARI.....	545
Fayzullayev Murodjon Nematulayevich	
O'ZBEKISTONDA KLASSTER IQTISODIYOTI: INVESTITSİYALAR, EKSPORT VA SANOAT ISHLAB CHIQUYILSHINING ZAMONAVIY TENDENSIYALARI (2022-2024-YILLAR KESIMIDA).....	550
O'rinboyev Ulug'bek Otabekovich, Jabbarov Majidbek Erzodovich, Ruzmetova Gulira'no Atabekovna	
GLOBAL YASHIL IQTISODIYOT SHAROITIDA XIZMAT KO'RSATISH SOHASINI SAMARADORLIGINI BAHOLASHDA EKOLOGIK, IJTIMOY-IQTISODIY OMILLARNING TAHLILI	556
M.M.Muminova	
RAQAMLI TRANSFORMATSIYA VA SMART TURIZM SHAROITIDA TURIZM INFRATUZILMASINI RIVOJLANTIRISHNING XORIJIY TAJRIBASI VA O'ZBEKISTON ISTIQBOLLARI	565
Najmidinov Azizbek Bahrom o'g'li	
ТЕКУЩИЕ УГРОЗЫ И ВЫЗОВЫ, СВЯЗАННЫЕ С МИГРАЦИОННЫМИ КРИЗИСАМИ	571
Бегматов Хусанбек	
ELEKTRON TIJORAT SEKTORI UCHUN ONLAYN REKLAMA SAMARADORLIGINI BAHOLASH	575
Rajabova Dilbar Ixtiyor qizi	
RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA O'ZBEKISTON MEVA-SABZAVOTCHILIK SOHASIDA MAHSULOT YETISHTIRISHDAN TORTIB UNI BOZORGA CHIQUYILSHGACHA BO'LGAN JARAYONDA NEYROMARKETING TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASHNING NAZARIY VA AMALIY JIHATLARI	582
Sadiy Shukrillo Asatillo o'g'li	
YOSH TADBIRKORLAR FAOLIYATIDA INNOVATSION G'OYALARNING AMALIY AHAMIYATI	590
Ergashev Oybek Xaydaraliyevich	
ТЕХНОЛОГИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО СБАЛАНСИРОВАННОГО КОМБИКОРМА, С ОБОГАЩЕННЫМ БЕЛКОМ И ФЕРМЕНТАМИ СОСТАВОМ ИЗ ГРИБКА PLEUROTUS OSTREATUS.....	594
Ниезов Хусан Ниез угли	
MINTAQAVIY RIVOJLANISH INDIKATOR TIZIMINING AHAMIYATI	601
Turdiyev Ulug'bek Qayumovich	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA EKSPORTNI RAG'BATLANTIRISH BO'YICHA DAVLAT SIYOSATI	608
Abdug'aniyev Murodjon Shavkat o'g'li	
TO'QIMACHILIK KORXONALARINING RAQOBATBARDOSHLIGINI BOSHQARISH JARAYONI VA TIZIMI	612
Xonkeldiyeva Komilaxon Ravshanjon qizi	



SPORT SANOATINING INNOVATSION RIVOJLANISHIGA OID XORIJIY TAJRIBALAR TAHLILI.....	616
Xamraqulov Ixtiyor Baxtiyorovich	
MARKAZLASHTIRILGAN DISPETCHERLIK TIZIMIDA POEZDLAR HARAKATI XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA AVTOMATLAR NAZARIYASIGA ASOSLANGAN INTEGRATSIYALASHGAN MATEMATIK MODEL.....	620
Muhiddinov Obidjon Omonjon o'g'li	
ПРОЦЕНТНЫЙ РИСК ПО КРЕДИТАМ: АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ.....	627
Абдуллаев Шахобиддин Шамсиддинович	
REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS: EMISSION QUOTAS OR MANDATORY CONTROL TECHNOLOGIES	633
Bobonov Doston Abdumo'min o'g'li, Qozoqboyev Jasur Abduvali o'g'li	
AYOLLAR TADBIRKORLIK FAOLIYATINI BAHOLASH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH (NAMANGAN VILOYATI MISOLIDA).....	637
Raximova Moxigul Isroiljonovna	
ПОЛУЧЕНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	643
Арипова Мастура Хикматовна, Ташбаев Джахангир Назим угли	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРЕЛОК И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ	652
Ражабов Азамат Тоирович	
QISHLOQ XO'JALIK TEXNIKALARI MARKETINGI VA UNING SAMARADORLIK KO'RSATKICHLARI.....	658
Xolmirzayev Bobur Mansurovich	
ПРИМЕНЕНИЕ СУБСИДИАРНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ НА ДОСУДЕБНОЙ СТАДИИ АНКРОТСТВА: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ	663
Хамзина Динара Рашатовна	
YASHIL REKREATSION TURIZM KONSEPSIYASINI JORIY ETISHNING ILMIY-AMALIY JIHATLARI.....	669
Baxriyeva Zarina Nasimovna	
KORXONALARDA DIVERSIFIKATSIYA SIYOSATINI SHAKLLANTIRISHDA IQTISODIY MEXANIZMLARINING O'RNI	672
Mirzarayimova Feruza Zokirjon qizi, Levakov Izzatulla Nematillayevich	
QALINLIGI 2 MM BO'LGAN TASMALI LISTLARNI SOVUQ HOLATDA PROKATLASH TEXNOLOGIK JARAYONINI ISHLAB CHIQISH	679
Yusupov Abdulaziz Abdullajanovich, Saydumarov Botir Muradovich, Arslonov Asadbek G'aybulla o'g'li	
HUDUDIIY TARMOQLANGAN AVTOMOBIL YO'LLARI MUHANDISLIK INSHOOTLARI KOMPLEKSINI LOYIHALASH VA QURISH JARAYONLARINI MODELLASHTIRISH.....	682
Zikrayev Akmaljon Alimovich	
TIJORAT BANKLARI FAOLIYATIDA DAROMADLARNI OSHIRISH YO'LLARI.....	688
Ostonaqulova Gulchehraxon Muhammadyoqub qizi	
"MIKROSIMULYATSION MODELLAR" VA ULAR YORDAMIDA IQTISODIY SIYOSATGA OID QARORLARNING TADBIRKORLIK SUBYEKTLARIGA TA'SIRINI BAHOLASHDAGI AHAMIYATI.....	694
Mualliflar Pulatov Dilshod Xaqberdiyevich, Raxmonov Doniyor Ixtiyorjon o'g'li, Ortiqova Niginabonu Alisher qizi, Raxmonov Jo'rabek Hamroyevich	
MINTAQADA SANOAT KORXONALARI TUZILMAVIY KO'RSATKICHLAR TIZIMI VA TAMOIYILLARI.....	702
Jabborov Elbek Erkin o'g'li	
MOLIYAVIY REJALASHTIRISH VA TARTIBGA SOLISH	707
Sharoxmatov Abduraxim Abdulamitovich	



SMART SOATLAR YORDAMIDA BEMORLAR SALOMATLIGINI NAZORAT QILISH.....	712
<i>Alimqulov Nurmuhhammad Muqumjon o'g'li, Eraliyev Humoyun Ma'mirjon o'g'li, Madaminova Mahliyo Bahodirjon qizi</i>	
PENSIYA JAMG'ARMASI FAOLIYATINI TARTIBGA SOLISHDA DAVLATNING ROLI	718
<i>Sherjonov Doniyor Saparbayevich</i>	
TOG'-KON SANOATI KORXONALARIDA BARQAROR RIVOJLANISH IMKONIYATLARINI BAHOLASH.....	722
<i>Karimov Ma'ruf Ixtiyorovich</i>	
MINTAQA IQTISODIYOTINI RIVOJLANTIRISHDA ISLOM MOLIYASINING AHAMIYATI	726
<i>Sultonov Baxtiyor Baxodirovich</i>	
UCH FAZALI IKKI CHULG'AMLI MOYLI TRANSFORMATORLARNING ISSIQLIK HISOBINI MODELLASHTIRISH VA TADQIQ QILISH	731
<i>Taniyev Mirzoxid Xurramovich, Bekishev Allabergen Yergashevich, Omonboyev Dilrux Nuraddin o'g'li</i>	



UCH FAZALI IKKI CHULG'AMLI MOYLI TRANSFORMATORLARNING ISSIQLIK HISOBINI MODELLASHTIRISH VA TADQIQ QILISH

Taniyev Mirzoxid Xurramovich

Toshkent davlat texnika universiteti,
“Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi” kafedrası dotsenti.

Bekishev Allabergen Yergashevich

Toshkent davlat texnika universiteti,
“Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi” kafedrası dotsenti.
E-mail: allabergenbekisev@gmail.com,
ORCID: 0000-0003-3019-2050

Omonboyev Dilrux Nuraddin o'g'li

Toshkent davlat texnika universiteti,
“Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi”
kafedrası magistranti.
E-mail: omonboyevdilruh7799@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorlarning issiqlik jarayonlari tahlil qilinib, ularni modellashtirishning zamonaviy usullari bayon qilinadi. Transformatorning issiqlik dinamikasiga ta'sir etuvchi asosiy omillar - yuklama rejimi, moyning konvektiv harakati, magnit o'tkazgichdagi isroflar va izolyasiya materiallarining termofizik xususiyatlari o'rganilgan. Tadqiqotda analitik issiqlik hisoblari bilan bir qatorda CFD (Computational Fluid Dynamics) asosida 3D modellashtirish usullari qo'llanildi. Olingan natijalar moyli transformatorlarning ishonchligini oshirish va optimal sovutish tizimini tanlashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: izolyasiya materiallari, issiqlik dinamikasi, modellashtirishning zamonaviy usullari, moyli transformator, optimal sovutish tizimini.

Abstract. This article analyzes the thermal processes of three-phase two-winding oil transformers and describes modern methods of their modeling. The main factors influencing the thermal dynamics of the transformer - load mode, convective movement of oil, losses in the magnetic core, and thermo-physical properties of insulation materials - were studied. In the study, along with analytical heat calculations, methods of 3D modeling based on CFD (Computational Fluid Dynamics) were used. The obtained results serve to increase the reliability of oil transformers and choose the optimal cooling system.

Keywords: insulation materials, thermal dynamics, modern modeling methods, oil transformer, optimal cooling system.

Аннотация. В данной статье анализируются тепловые процессы трёхфазных двухобмоточных масляных трансформаторов и описываются современные методы их моделирования. Исследованы основные факторы, влияющие на тепловую динамику трансформатора, — режим нагрузки, конвективное движение масла, потери в магнитопроводе, а также теплофизические свойства изоляционных материалов. В исследовании наряду с аналитическими тепловыми расчётами использовались методы трёхмерного моделирования на основе CFD (Computational Fluid Dynamics). Полученные результаты служат повышению надёжности масляных трансформаторов и выбору оптимальной системы охлаждения.

Ключевые слова: изоляционные материалы, тепловая динамика, современные методы моделирования, масляный трансформатор, оптимальная система охлаждения.

KIRISH

Zamonaviy elektroenergetika tizimlarida uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorlar elektr energiyasini uzatish va taqsimlash jarayonining ajralmas tarkibiy qismi hisoblanadi. Ularning ishonchli va uzluksiz ishlashi butun energetika tizimining barqarorligi, energiya yo'qotishlarini kamaytirish hamda uskunalarning xizmat muddatini uzaytirish bilan bevosita bog'liqdir. Transformatorlarning ishlash jarayonida yuzaga keladigan asosiy muammolardan biri bu — issiqlik rejimi bo'lib, u chulg'amlar, magnit o'zak va izolyatsiya materiallarining holatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Transformator yuklama ostida ishlaganda elektr va magnit yo'qotishlar natijasida issiqlik ajralib chiqadi. Ushbu issiqlikning samarali tarzda tarqatilmaligi chulg'amlar haroratining ortishiga, izolyatsiya materiallarining tez eskirishiga va natijada avariya holatlarining yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli transformatorlarning issiqlik holatini aniq baholash va nazorat qilish, ularning ekspluatatsion ishonchligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

An'anaviy issiqlik hisoblash usullari ko'pincha soddalashtirilgan taxminlarga asoslanadi va transformator ichidagi murakkab issiqlik almashinuvi jarayonlarini to'liq aks ettira olmaydi. So'nggi yillarda raqamli texnologiyalar va hisoblash quvvatining rivojlanishi natijasida issiqlik jarayonlarini modellashtirishning zamonaviy usullari, xususan, hisoblash suyuqliklar dinamikasi (CFD) asosidagi uch o'lchamli modellar keng qo'llanilmoqda. Bu usullar transformator ichidagi moyning konvektiv harakati, harorat taqsimoti va sovitish tizimining samaradorligini chuqur tahlil qilish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqot uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorlarda yuzaga keladigan issiqlik jarayonlarini modellashtirish va tahlil qilishga bag'ishlangan bo'lib, transformatorning issiqlik holatini yaxshiroq tushunish, optimal sovitish tizimini tanlash va ekspluatatsion xavfsizligini oshirishga qaratilgan. Tadqiqot natijalari transformatorlarning texnik xizmat muddatini uzaytirish hamda energetika tizimida ishonchlilik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Uch fazali moyli transformatorlar elektr energetika tizimlarining asosiy komponentlaridan biri bo'lib, ularning ishonchligi ko'p jihatdan issiqlik rejimining barqarorligiga bog'liq [1]. Transformatorlarda yuzaga keluvchi issiqlik ko'tarilishi asosan quyidagi manbalar bilan bog'liq:

- magnit o'tkazgichdagi isroflar,
- birinchi va ikkinchi chulg'amlardagi I^2R -isroflar,
- qo'zg'atuvchi tok ta'siridagi qo'shimcha isroflar,
- izolyasiyaning qarishi jarayonlari.

Moyli transformatorlarda issiqlik asosan tabiiy yoki majburiy konveksiya hisobiga chiqariladi. Shuning uchun issiqlikni aniq modellashtirish ekspluatatsiyada normal harorat rejimini ta'minlash uchun muhim ahamiyatga ega.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Kuch transformatorlarining ishonchli va uzoq muddatli ishlashi ko'p jihatdan ularning issiqlik rejimiga bog'liq hisoblanadi. Ayniqsa, uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorlarda chulg'amlar, magnit o'zak va izolyatsiya materiallarining qizishi ekspluatatsiya jarayonida asosiy cheklovchi omillardan biri hisoblanadi. Shu sababli transformatorlarning issiqlik holatini hisoblash, modellashtirish va tahlil qilish masalalari ko'plab tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan.

Ilk tadqiqotlarda transformatorlarning issiqlik hisoblari asosan analitik va empirik usullar orqali amalga oshirilgan. Klassik adabiyotlarda transformatorning issiqlik balansi, yo'qotishlar va moyning tabiiy sirkulyatsiyasiga asoslangan soddalashtirilgan matematik modellar taklif etilgan. Bu modellar asosan statsionar ish rejimlaridagi o'rtacha haroratlarni aniqlashga qaratilgan.

Keyingi tadqiqotlarda transformator moyining harakati va issiqlik almashinuvi jarayonlarini hisobga olgan holda termik ekvivalent sxemalar keng qo'llanila boshlandi. Bu usulda chulg'amlar, magnit o'zak va moy uchun alohida issiqlik qarshiliklari va issiqlik sig'implari kiritilib, dinamik rejimlarda harorat o'zgarishini baholash imkoniyati yaratildi. Mazkur yondashuv IEEE va IEC standartlarida ham aks etgan.

V.N. Dyakovning ishlarida kuch transformatorlarida issiqlik rejimini hisoblash masalalari ko'rib chiqilgan bo'lib, unda yo'qotishlar va issiqlik almashinuvi jarayonlari asosiy omil sifatida baholanadi. Muallif tomonidan taklif etilgan usullar asosan statsionar rejimlarga mo'ljallangan [1].

I.M. Sidorov va hammualliflar transformator moyining tabiiy sirkulyatsiyasiga asoslangan issiqlik balansi modelini ishlab chiqqan. Ushbu model moyli transformatorlarda umumiy harorat ko'tarilishini aniqlash imkonini beradi, biroq mahalliy qizish nuqtalarini to'liq hisobga olmaydi [2].

A.T. Filimonov tadqiqotlarida transformator chulg'amlari va magnit o'zak uchun termik ekvivalent sxema asosida dinamik issiqlik hisoblari taklif etilgan. Bu yondashuv yuklama o'zgarishida haroratning vaqt bo'yicha o'zgarishini tahlil qilish imkonini beradi [3].



IEC 60076 xalqaro standartida moyli kuch transformatorlarining issiqlik sinovlari, ruxsat etilgan harorat ko'tarilishi va "hot-spot" haroratini aniqlash qoidalari keltirilgan. Ushbu standart ko'plab tadqiqotlar uchun me'yoriy asos bo'lib xizmat qiladi[4].

IEEE C57.91 standartida transformator izolyatsiyasining qarishi issiqlik rejimi bilan bog'liq holda baholangan. Mualliflar maksimal chulg'am harorati transformatorning xizmat muddatiga bevosita ta'sir qilishini ko'rsatgan [5].

So'nggi yillardagi ilmiy maqolalarda chekli elementlar usuli (FEM) orqali transformatorning issiqlik maydonlarini aniqlash keng yoritilgan. Bu ishlar geometrik va material parametrlarini aniq hisobga olish imkonini beradi[6-8].

CFD usuliga asoslangan tadqiqotlarda (Verma, Tenbohlen) moy oqimi tezligi, sovitish kanallari samaradorligi va mahalliy qizish nuqtalari tahlil qilingan. Natijalar an'anaviy analitik usullarga nisbatan yuqori aniqlikka ega ekanligi ko'rsatilgan[9-10].

ISSIQLIK HISOBINING NAZARIY ASOSLARI

Moyli transformatorlarning issiqlik tahlili odatda ikki asosiy bosqichdan iborat:

Isroflarni aniqlash

Transformatorlarda umumiy isroflar quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{\text{umumiy}} = P_{\text{temir}} + P_{\text{chulg'am}} + P_{\text{qushimcha}}$$

bunda:

- P_{temir} - magnit o'zakdagi gisterezis va uyurmaviy tok isroflari,
- $P_{\text{chulg'am}}$ - chulg'amlardagi aktiv qarshilik isroflari,
- $P_{\text{qushimcha}}$ - yuza toklari va mexanik tebranishlar sababli yuzaga keluvchi isroflar [2].

Issiqlik balans tenglamasi. Transformatoridagi temperatura o'zgarishi quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi:

$$C \frac{dT}{dt} = P_{\text{umumiy}} - hA(T - T_{\text{atm}})$$

bunda:

- C - yillik sig'im,
- h - konvektiv issiqlik berilish koeffitsiyenti,
- A - issiqlik almashinuv yuzasi,
- T_{atm} - tashqi muhit harorati [3].

Ushbu tenglamani yechish orqali transformator moyining yuza qismi harorati (Top Oil Temperature) va chulg'am maksimal harorati (Hot-spot Temperature) aniqlanadi.

MODELLASHTIRISH USULLARI

Ekvivalent issiqlik sxemasi usuli. Ekvivalent issiqlik sxemalarida transformator elementlari elektr zanjirlariga o'xshash issiqlik qarshiliklari va issiqlik sig'irlari bilan tasvirlanadi [4]. Bu usul tez va injiniring hisoblariga mos keladi, ammo aniqlik jihatidan cheklangan. Uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorlarda issiqlikni tarmoqli va real sharoitga yaqin xolda modellashtirishning eng samarali usullaridan biri - CFD (Computational Fluid Dynamics) texnologiyalaridan foydalanishdir. ANSYS Fluent, COMSOL Multiphysics, OpenFOAM kabi programmalar yordamida moyning tabiiy konveksiyasi, issiqlik almashinuv jarayonlari hamda chulg'am va magnit o'zakdagi harorat taqsimoti 3D formatda hisoblanadi.

CFD asosida modellashtirish. CFD programmalar (ANSYS Fluent, COMSOL, OpenFOAM va boshqalar) orqali moydagi tabiiy konveksiyani 3D formatda modellashtirish imkoni mavjud. CFD modellar gidrodinamik va issiqlik almashinuvi jarayonlarini Navye–Stoks tenglamalari asosida yechishga tayanadi. Modellashtirishda Navye–Stoks tenglamalari qo'llaniladi. Tarkibiy ravishda ular quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

Impulsni saqlash tenglamasi (Navye–Stoks):

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + (v \cdot \nabla) v \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 v + \rho g$$

bunda:

- ρ - moyning zichligi,
- v - tezlik vektori,
- p - bosim,
- μ - dinamik yong'oqlik (vyazkost),
- g - gravitatsiya tezlanishi.

Natijada quyidagi parametrlar aniqlanadi:

- moy oqim tezligi,
- izolyasiya va chulg'amlar harorati,
- eng qizuvchmi nuqtalar,
- radiatorlardagi issiqlik chiqish samaradorligi [5].

Energiya tenglamasi:

$$\rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v \cdot \nabla T \right) = k \nabla^2 T + Q$$

bunda:

c_p - issiqlik sig'imi,

k - moyning issiqlik o'tkazuvchanligi,

Q - chulg'am va magnit o'zakdagi yo'qotishlar orqali ajralib chiqayotgan issiqlik.

CFD modellashirishda moyning tabiiy konveksiyasi Bussinesk taxmini (Boussinesq approximation) asosida hisoblanadi, bu holatda moyning zichligining temperaturaga bog'liq o'zgarishi quyidagicha yoziladi:

$$\rho = \rho_0 [1 - \beta(T - T_0)]$$

bunda β - moyning issiqlik kengayish koeffitsiyenti.

CFD modellashirish orqali aniqlanadigan asosiy parametrlar. CFD modeli quyidagi ekspluatasion va konstruktiv ko'rsatkichlarni aniqlash imkonini beradi:

1. Moy oqim tezligi. Moy konturlaridagi tabiiy konveksiya oqimlari, radiator quvurlaridagi harakat tezligi va aylanish yo'llari bo'yicha gradiyentlar baholanadi. Bu ma'lumotlar nasossiz (ONAN) va nasossiz-radiatorli (ONAF) rejimlarda juda muhim.

2. Izolyasiya va chulg'amlarda harorat taqsimoti. CFD natijalari har bir chulg'am qatlamidagi lokal haroratlarni, ayniqsa, o'ta qizuvchi joylarni (hot-spot) aniqlashga imkon beradi. Hot-spot harorati izolyasiyaning qarish tezligini belgilaydi, shu bois uni aniq baholash texnik standartlar uchun muhim.

3. Eng qizmish nuqtalar (Hot-spot location). Transformator konstruksiyasining qaysi qismi tez qizishini aniqlash konstruksiyani optimallashtirishda, ayniqsa, moy kanallarining kengligi va raspolojeniyasini o'zgartirishda katta ahamiyatga ega.

4. Radiatorlarda issiqlik chiqarish samaradorligi. Radiator quvurlaridagi haroratlarni tafovuti, moy aylanish intensivligi va issiqlik almashinuv koeffitsiyentlari hisoblanadi. CFD modellashirish orqali radiator konstruksiyasi (quvurlar soni, uzunligi, diametrlari) optimal holatga keltiriladi.

Adabiyotda qayd etilganidek, moyli transformatorlarda CFD modellashirish real ekspluatatsiyadagi haroratlarni taxmin qilishda an'anaviy ekvivalent sxemalarga nisbatan 15–20%gacha yuqori aniqlik beradi va xot-spot haroratlari bo'yicha xatolikni keskin kamaytiradi[5].

TAHLIL VA NATIJALAR

Tadqiqot davomida uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorning issiqlik holatini baholash uchun kompleks matematik model ishlab chiqildi. Modelda chulg'amlar va magnit o'zakda hosil bo'ladigan aktiv yo'qotishlar, moy orqali issiqlikni uzatish hamda tashqi muhit bilan konvektiv issiqlik almashinuvi hisobga olindi. Issiqlik jarayonlari energiya balansi tenglamalari asosida ifodalanib, har bir konstruktiv element uchun alohida termik parametrlar kiritildi.

Tahlil jarayonida transformatorning nominal va oshirilgan yuklama rejimlari ko'rib chiqildi. Hisob-kitob natijalari shuni ko'rsatdiki, nominal yuklamada chulg'amlar haroratining ko'tarilishi ruxsat etilgan me'yorlar doirasida qoladi, biroq uzoq muddatli yuqori yuklama holatida mahalliy qizish nuqtalari (hot-spot) yuzaga kelishi ehtimoli ortadi. Ayniqsa, yuqori kuchlanish chulg'amining ichki qatlamlarida harorat maksimal qiymatlarga yetishi aniqlandi.

Modellashtirish natijalariga ko'ra, moyning tabiiy sirkulyasiyasi issiqlikni bir tekis taqsimlashda muhim rol o'ynaydi. Sovitish kanallarining geometrik o'lchamlari va joylashuvi o'zgarishi moy oqimi tezligiga ta'sir ko'rsatib, natijada harorat maydonining shakllanishiga sezilarli ta'sir etadi. Kanal kengligi kamayganda moy harakati sekinlashib, chulg'amlar haroratining oshishi kuzatildi.

Dinamik rejimlar tahlilida yuklama keskin o'zgarganda haroratning vaqt bo'yicha o'zgarishi o'rganildi. Olingan natijalarga ko'ra, chulg'amlar haroratining inersiyasi yuqori bo'lib, qisqa muddatli yuklama oshishlari transformator uchun jiddiy xavf tug'dirmaydi. Biroq yuklama uzoq vaqt yuqori darajada saqlansa, izolyasiyaning tezlashgan qarishiga olib keluvchi harorat qiymatlari yuzaga chiqishi mumkin.

Sonli modellashirish natijalari (FEM/CFD asosida) analitik hisoblar bilan taqqoslandi. Solishtirish jarayonida harorat qiymatlari o'rtasidagi farq 5–8 % dan oshmasligi aniqlandi, bu esa taklif etilgan modelning



adekvat va amaliyotda qo'llash uchun maqbul ekanligini ko'rsatadi. Eng katta farqlar mahalliy qizish nuqtalarini aniqlashda kuzatildi, bu holat analitik modellarda geometrik soddalashtirishlar mavjudligi bilan izohlanadi.

Olingan natijalar asosida transformatorni sovitish samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi. Xususan, moy kanallarini optimal joylashtirish, tashqi radiator yuzasini oshirish va ish rejimini doimiy monitoring qilish transformatorning issiqlik holatini yaxshilashi aniqlandi. Shuningdek, harorat sensorlari orqali hot-spot nuqtalarni nazorat qilish transformatorning xizmat muddatini uzaytirish imkonini beradi.

Umuman olganda, olingan natijalar uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorlarning issiqlik hisobini modellashtirishda kompleks yondashuv qo'llash zarurligini ko'rsatadi. Taklif etilgan model ishlab chiqarish va ekspluatatsiya jarayonlarida transformatorning ishonchligini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

CFD modellashtirish natijasida quyidagi kuzatishlar qayd etildi:

Yuklama ta'sirida moy sirkulyasiyasining kuchayishi:

80–100% yuklama diapazonida moyning sirkulyasiyasi kuchayadi va haroratning to'planishi kamayadi. Bu, albatta, konveksiya tizimining samaradorligini oshiradi, chunki moy ko'proq haroratni tarqatishga yordam beradi.

Radiatorlar yuzidagi issiqlik gradiyenti:

Tabiiy konveksiyada radiatorlar yuzidagi issiqlik gradiyenti yuqori bo'ladi.

Bu, radiatorlar orasida yuqori harorat farqlari paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin, bu esa yangilangan issiqlik tarqatish tizimlarini talab qiladi.

Hot-spot haroratini pasaytirish uchun optimizatsiya:

Hot-spot haroratini 5–7°Cga pasaytirish uchun moy aylanish kanallarining geometriyasini optimallashtirish samarali ekanligi aniqlangan. Bu mening o'yimcha, CFD modellashtirish orqali geometriyani takomillashtirish mumkinligini ko'rsatadi va bu haroratni boshqarish uchun katta ahamiyatga ega.

Yuklamadagi qisqa muddatli yuqori tebranishlar:

Yuklamadagi qisqa muddatli yuqori tebranishlar izolyasiyaning tez qarish xavfini oshiradi. Bu, aynan mohir muhandislik (material selection, system design) va monitoring tizimlarini samarali ishlatishning muhimligini ko'rsatadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Uch fazali ikki chulg'amli moyli transformatorlarning issiqlik rejimini to'g'ri baholash ularning ishonchligi va xizmat muddatini uzaytirishda hal qiluvchi omil hisoblanadi. Ekvivalent issiqlik sxemalari injiniring hisoblari uchun yetarli bo'lsa-da, aniq harorat taqsimotini olish uchun CFD modellashtirishni qo'llash maqsadga muvofiq. Olingan natijalar moyli transformatorlarning konstruksiyasini optimallashtirish va tegishli sovitish tizimini tanlashda amaliy ahamiyatga ega.

CFD modellashtirish transformatorlar uchun kerakli issiqlik rejimlarini to'g'ri baholashda va konstruksiyani optimallashtirishda muhim o'rin tutadi.

Ekvivalent issiqlik sxemalaridan foydalanish o'zida ba'zi chegaralar bo'lsa-da, CFD modellashtirishning yangicha, aniq va samarali yechimlari mavjud.

CFD natijalari transformatorlarning konstruksiyasini effektiv optimallashtirish va sovitish tizimini tanlashda ham o'zining ahamiyatini ko'rsatadi.

Bu xulosalar CFD modellashtirishning harorati boshqarish va konstruksiya optimizatsiyasidagi muhimligini namoyon qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Дьяков В.Н. Силовые трансформаторы. Тепловые расчёты и режимы работы. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 256 с.
2. Сидоров И.М., Кузнецов А.А. Тепловые процессы в масляных трансформаторах. – М.: Энергия, 1990. – 312 с.
3. Филимонов А.Т. Расчёт и моделирование тепловых режимов электрических машин и трансформаторов. – СПб.: Политехника, 1998. – 280 с.
4. Копылов И.П. Электрические машины. – М.: Юрайт, 2012. – 640 с.
5. Кузьмин В.В. Нагрев и охлаждение силовых трансформаторов. – М.: Энергоиздат, 2001. – 220 с.
6. IEC 60076-2. Power transformers – Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers. – International Electrotechnical Commission, Geneva.
7. IEEE Std C57.91. Guide for Loading Mineral-Oil-Immersed Transformers. – IEEE Power & Energy Society, New York.
8. Tenbohlen S., Vahidi F. Thermal modeling of power transformers. // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2010. – Vol. 25, No. 4. – P. 2569–2577.
9. Verma P., Singh R. CFD based thermal analysis of oil immersed power transformer. // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2015. – Vol. 67. – P. 509–518.
10. Zhou J., Li Y. Finite element analysis of temperature distribution in power transformers. // IEEE Transactions on Magnetics. – 2012. – Vol. 48, No. 2. – P. 739–742.

muhandislik **& iqtisodiyot**

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

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Iskandar Islomov

2025. № 12

© 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