

# 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<sup>®</sup>  
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, 659 sahifa.  
2025-yil, dekabr

## **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 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.

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



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



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



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



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



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



|                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| SPORT SANOATINING INNOVATSION RIVOJLANISHIGA OID XORIJIY TAJRIBALAR<br>TAHLILI.....                                                                                      | 616 |
| <b>Xamraqulov Ixtiyor Baxtiyorovich</b>                                                                                                                                  |     |
| MARKAZLASHTIRILGAN DISPETCHERLIK TIZIMIDA POEZDLAR HARAKATI XAVFSIZLIGINI<br>TA'MINLASHDA AVTOMATLAR NAZARIYASIGA ASOSLANGAN INTEGRATSIYALASHGAN<br>MATEMATIK MODEL..... | 620 |
| <b>Muhiddinov Obidjon Omonjon o'g'li</b>                                                                                                                                 |     |
| ПРОЦЕНТНЫЙ РИСК ПО КРЕДИТАМ: АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ.....                                                                                                            | 627 |
| <b>Абдуллаев Шахобиддин Шамсиддинович</b>                                                                                                                                |     |
| REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS: EMISSION QUOTAS OR MANDATORY<br>CONTROL TECHNOLOGIES .....                                                                        | 633 |
| <b>Bobonov Doston Abdumo'min o'g'li, Qozoqboyev Jasur Abduvali o'g'li</b>                                                                                                |     |
| AYOLLAR TADBIRKORLIK FAOLIYATINI BAHOLASH METODOLOGIYASINI<br>TAKOMILLASHTIRISH (NAMANGAN VILOYATI MISOLIDA).....                                                        | 637 |
| <b>Raximova Moxigul Isroiljonovna</b>                                                                                                                                    |     |
| ПОЛУЧЕНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ<br>ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....                                                                          | 643 |
| <b>Арипова Мастура Хикматовна, Ташбаев Джахангир Назим угли</b>                                                                                                          |     |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРЕЛОК И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ТЕПЛОВОЙ<br>НАГРУЗКИ .....                                                                                          | 652 |
| <b>Ражабов Азамат Тоирович</b>                                                                                                                                           |     |



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРЕЛОК И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

### Ражабов Азамат Тоирович

Ташкентский государственный технический университет  
доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов» (PhD)  
ORCID: 0000-0002-0861-6534

**Аннотация.** В статье рассмотрено моделирование промышленных газовых горелок. Исследовано температурное поле камеры сгорания. Проанализирована тепловая нагрузка на стенки. Использован CFD-подход. Расчёты выполнены в ANSYS CFX. Учтён радиационный теплообмен. Проведено сравнение с экспериментом. Показана достоверность модели.

**Ключевые слова:** промышленные горелки, CFD-моделирование, тепловая нагрузка, камера сгорания, ANSYS CFX, теплообмен.

**Annotatsiya.** Maqolada sanoat gaz gorelkalarini matematik va CFD asosida modellashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Yonish kamerasi harorat maydoni tahlil qilindi. Devorlarga tushuvchi issiqlik yuklamasi baholandi. ANSYS CFX dasturi qo'llandi. Radiatsion issiqlik almashinuvi hisobga olindi. Hisobiy va tajribaviy natijalar solishtirildi. Modelning aniqligi tasdiqlandi. Natijalar amaliy ahamiyatga ega.

**Kalit so'zlar:** sanoat gorelkasi, CFD modellashtirish, issiqlik yuklamasi, yonish kamerasi, ANSYS CFX, issiqlik almashinuvi.

**Abstract.** The paper investigates CFD-based modeling of industrial gas burners. The combustion chamber temperature field is analyzed. Wall heat flux is evaluated. ANSYS CFX is applied for simulations. Radiative heat transfer is included. Numerical results are compared with experiments. Model accuracy is confirmed. The results are practically significant.

**Keywords:** industrial burners, CFD modeling, heat flux, combustion chamber, ANSYS CFX, heat transfer.

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях основного механизма образования  $\text{NO}_x$  обычно существует температурный компромисс между повышением эффективности цикла, ограничениями по материалам и низким уровнем выбросов  $\text{NO}_x$ . Эффективность цикла пропорциональна максимальной температуре цикла, однако с ростом температуры горения одновременно резко увеличивается и образование  $\text{NO}_x$ . Ужесточение норм по  $\text{NO}_x$  обуславливает технологии газовых турбин к конструкциям камер сгорания с обеднённым предварительно перемешанным пламенем. Тенденция, зафиксированная на рис. 1, заключается в сокращении зон с локальными пиками температуры. Этого можно достичь за счёт совершенствования управления воздухом между первичной и вторичной зонами камеры сгорания, а также за счёт постепенного уменьшения пилотных пламен вплоть до их полного устранения. Пилотное турбулентное диффузионное пламя по своей природе склонно к локально высоким температурам горения, поскольку поток в этих зонах вынужден проходить от богатой смеси к более бедной, обязательно проходя через стехиометрическое состояние, при котором достигается максимальная температура. Улучшенное



управление воздухом помогает снизить температуры в зоне первичного пламени. Обычно это достигается путём переборки свежего воздуха из зоны вторичного пламени и улучшения теплового перемешивания. Одним из недостатков этой стратегии является то, что в зоне вторичного пламени остаётся меньше свежего воздуха для охлаждения жаровой трубы (лайнера). В результате управление охлаждающим воздухом становится одной из главных задач технологии камер сгорания [1].

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

Численное моделирование промышленных газовых горелок и анализ их тепловой нагрузки являются одним из ключевых направлений современных исследований в области теплотехники и энергетики. В научных публикациях подчёркивается, что повышение эффективности процессов горения и одновременное снижение выбросов NOx требуют детального анализа температурных полей и тепловых потоков в камерах сгорания с использованием CFD-подходов [1].

Фундаментальные работы в области теории горения и численного моделирования описывают комплексные методы расчёта турбулентного горения с учётом химической кинетики, теплообмена и радиационного переноса энергии. Показано, что корректное моделирование процессов перемешивания топлива и воздуха, а также граничных условий, является определяющим фактором для достоверного прогноза температурного поля и тепловой нагрузки стенок [2], [3].

Ряд исследований посвящён прогнозированию тепловой нагрузки стенок камер сгорания и подчёркивает доминирующую роль радиационного теплообмена при высоких температурах. Установлено, что пренебрежение излучением приводит к существенным отклонениям расчётных данных от экспериментальных результатов, особенно в зоне первичного пламени [4], [5]. В этой связи широко применяются модели излучения, такие как Discrete Transfer Model и Weighted Sum of Gray Gases (WSGG), доказавшие свою эффективность в промышленных условиях [6].

Экспериментальные исследования промышленных горелок показывают, что стратегия управления подачей воздуха между первичной и вторичной зонами камеры сгорания оказывает значительное влияние на тепловую нагрузку лайнера. Недостаточная подача охлаждающего воздуха может привести к локальным перегревам стенок и снижению ресурса конструкционных материалов [7].

Отдельное внимание в литературе уделяется сопряжённому теплообмену между газовым потоком и твёрдым телом. Подчёркивается необходимость одновременного моделирования течения, теплопроводности в стенках и радиационного теплообмена для получения физически обоснованных результатов [8]. Также отмечается важность высокой разрешающей способности расчётной сетки в пристеночной области для корректного описания турбулентной конвекции.

Таким образом, анализ научных источников подтверждает, что комплексное CFD-моделирование с учётом турбулентности, радиационного теплообмена и сопряжённой теплопередачи является наиболее надёжным инструментом для оценки тепловой нагрузки промышленных горелок. Настоящее исследование логически продолжает данные научные подходы и направлено на повышение точности численного прогнозирования.

## МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЕ

В работе использован численный CFD-подход для исследования тепловых характеристик промышленной газовой горелки. Расчёты выполнены в программном комплексе ANSYS CFX с учётом турбулентности (модель  $k-\omega$  SST), процессов горения и радиационного теплообмена. Проведено моделирование сопряжённого теплообмена между потоком и стенками камеры сгорания. Полученные результаты сопоставлены с экспериментальными данными, что подтвердило корректность модели.

## АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Прогнозирование тепловой нагрузки

Правильное прогнозирование тепловой нагрузки на стенку и температурного поля камеры сгорания приобретает стратегическое значение для проектирования устройств с низким уровнем выбросов. Была исследована способность многофизического кода (ANSYS CFX) к правильному прогнозированию тепловой нагрузки на стенку и температурного поля основного потока. Были проведены сравнения с экспериментальными результатами опубликованными в работах [2-4].

Испытательный стенд

Испытательный стенд ITS состоит из камеры сгорания квадратного сечения, оснащённой полноразмерной горелкой [3], которая включает так называемый аксиальный завихритель, через который пилотный воздушный поток закручивается перед поступлением в камеру сгорания. Кроме того, горелка

содержит так называемый диагональный завихритель, в котором осуществляется предварительное смешение газообразного топлива и воздуха (рис. 2). Стенд работает в атмосферных условиях при коэффициенте избытка воздуха  $\varphi=0,5$ . Камера сгорания питается природным газом, а численные расчёты соответствуют режиму с 7 %-ной подачей пилотного газа. Корпус камеры сгорания оснащён керамическим теплозащитным экраном, применяемым в двигателях Siemens. Имеются измерения температуры по размаху на разных осевых позициях в плоскости симметрии камеры сгорания [3], а также измерения температуры стенки внутри керамического материала [5].

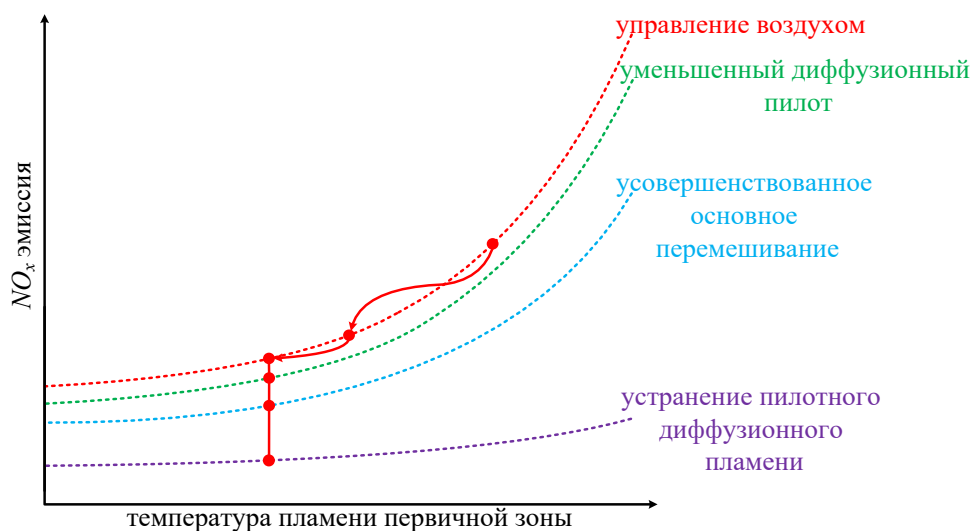


Рис.1. Стратегия управления воздухом[6].

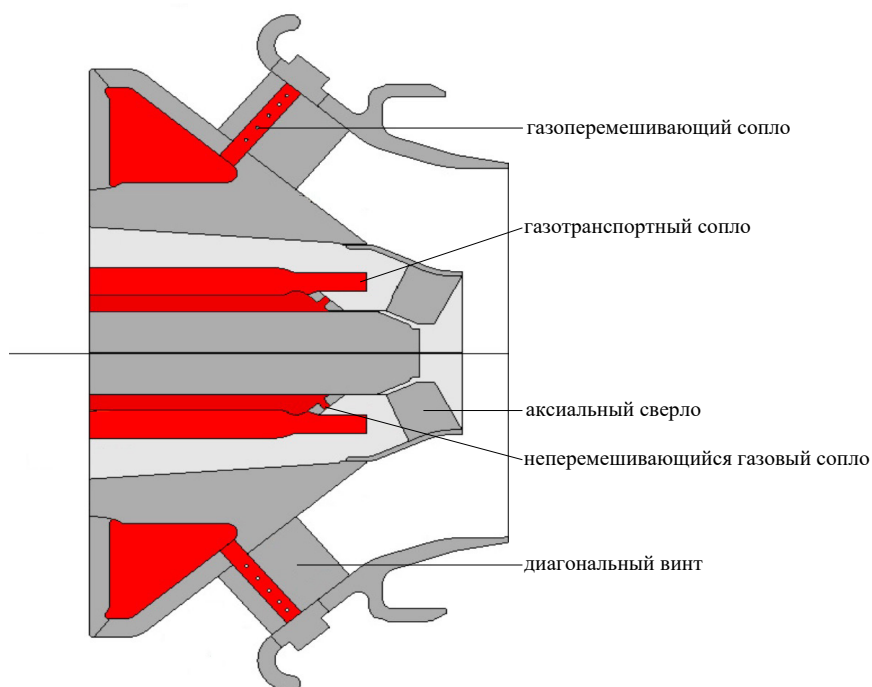


Рис. 2. Горелка Siemens.

Настройка CFD (Computational fluid dynamics) и сравнение с предыдущими расчётами

В работе [3] изучалось влияние радиационного теплообмена на тепловую нагрузку стенки. Несмотря на заметное улучшение точности численных предсказаний благодаря учёту излучения, сохранявшееся расхождение между экспериментальными и расчётными данными указывало на необходимость исследования в направлении повышения разрешения пограничного слоя у стенки. Правильное предсказание тепловой нагрузки стенки в столь сложной задаче зависит от корректного моделирования турбулентного перемешивания, химических реакций, турбулентной конвекции, теплопроводности в



твёрдом теле и радиационного теплообмена. Изучалось влияние улучшения моделирования излучения. Были модифицированы расчётная область и граничные условия, с целью повышения точности предсказания турбулентного перемешивания топлива и воздуха, турбулентной тепловой конвекции в пристеночной области и сопряжённого теплообмена между потоком и керамическими стенками. Что касается турбулентного перемешивания топлива и воздуха, точность граничных условий на диагональном завихрителе была повышена за счёт предварительного моделирования канала смешения диагонального завихрителя. Профили скорости и концентрации компонентов на входе в диагональный завихритель задавались путём грубой интерполяции экспериментальных данных. Граничные условия на входе в диагональный завихритель получены интерполяцией из расчёта сектора диагонального завихрителя (рис.3).

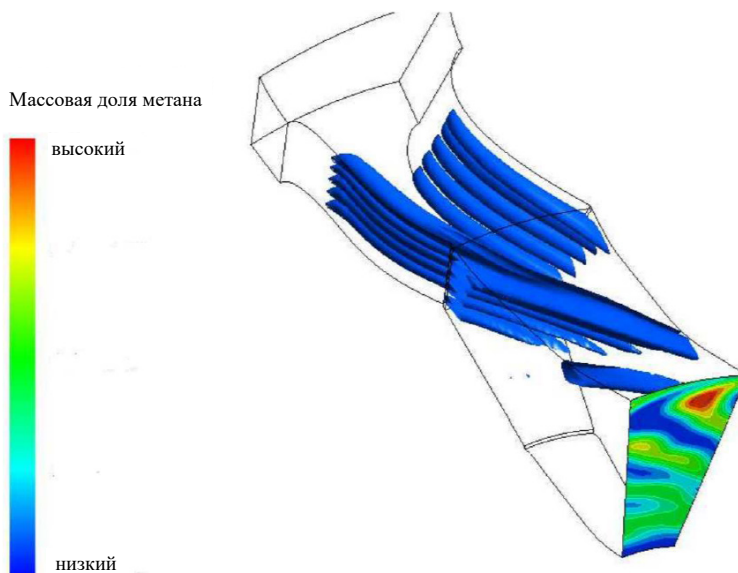


Рис.3. Канал смешения диагонального завихрителя, массовая доля метана.

Для повышения точности предсказания турбулентной конвекции в пристеночной области расчётная сетка у стенки была утонена до значений  $y^+$  порядка единицы. Применялась модель турбулентности  $k-\omega$  SST (Shear-stress transport model), которая позволяет разрешать пограничный слой вплоть до вязкого подслоя – это было невозможно при прежнем шаге сетки. Что касается теплопроводности в твёрдых стенках, область сопряжённого теплообмена была расширена на весь лайнер вплоть до сужающегося выходного сопла (рис.4).

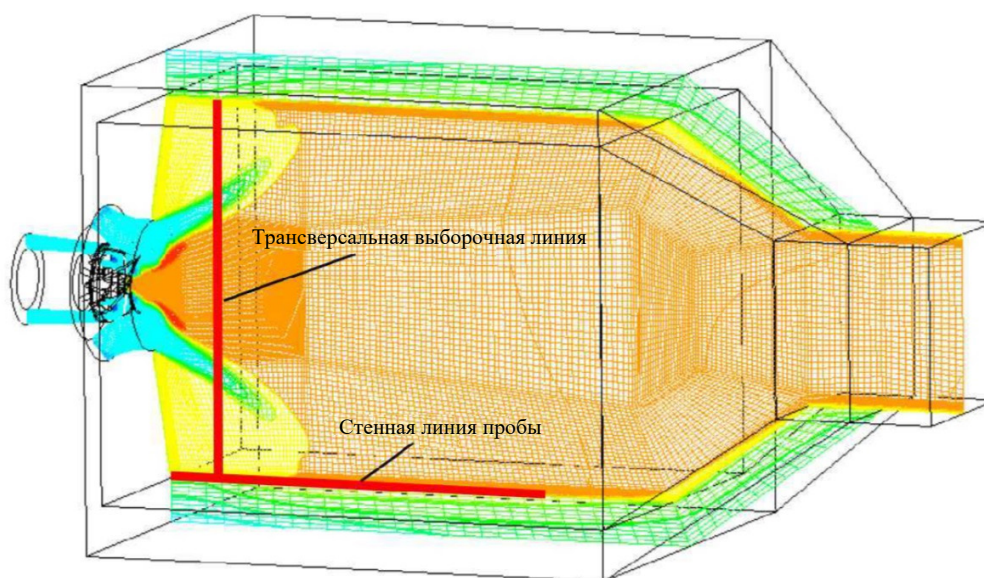


Рис. 4. Расчётная область и позиции линий отбора проб.

Чтобы сэкономить вычислительные ресурсы, рассматривалось только одна из четырёх стенок, образующих квадратное сечение камеры сгорания. Температуру оставшихся стенок рассчитывали, предполагая заданный коэффициент теплообмена на стенке. Поток тепла на стенке рассчитывался по следующей формуле:

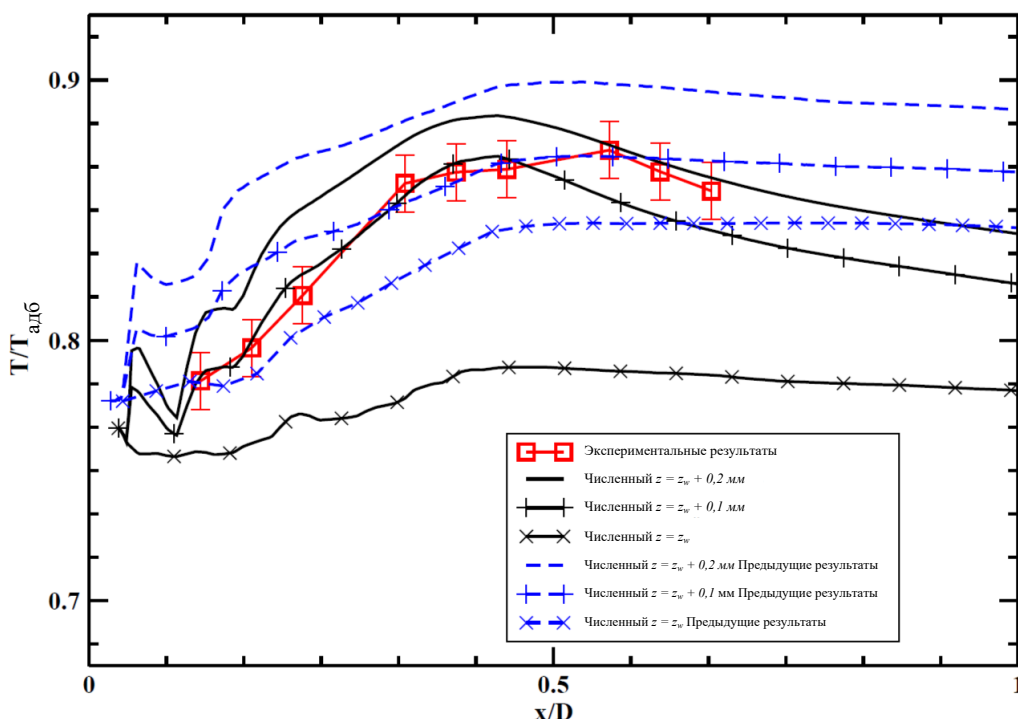
$$q_w = \frac{k_c}{t_c} (T_w - T_{\text{аио}}) \quad (1)$$

где  $q_w$  – тепловой поток на стенке,  $k_c$  – коэффициент теплопроводности керамической стенки,  $t_c$  – толщина стенки.  $T_w$  – рассчитанная температура стенки,  $T_{\text{аио}}$  – заданный профиль температуры на холодной стороне стенок лайнера.

Коэффициент теплообмена ( $h_c = k_c/t_c$ ) считался функцией температуры с учётом температурной зависимости теплопроводности стенки.

Для решения задачи сопряжённого теплообмена использовалась та же зависимость  $k_c$  от температуры и тот же профиль  $T_{\text{аио}}$ . Моделью излучения является модель дискретного переноса [7], а газовая среда моделировалась как взвешенная многогрейная сумма газовых компонентов (Weighted sum of gray gases, WSGG) [8].

Профили температуры стенки сравниваются на рис.5.



Профили температуры стенки сравниваются на рис.5.

Излучательная способность керамической стенки  $\epsilon$  учитывалась как функция температуры в соответствии с измерениями на образцах материала теплозащитного экрана.

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Выполнено стационарное численное моделирование. Температурные данные нормированы на адиабатическую температуру пламени и представлены в зависимости от безразмерного осевого расстояния  $x/D$ , где  $D$  – поперечный размер камеры сгорания. Рассматриваются три положения по нормали к стенке:  $z = z_w$  (интерфейс твёрдое тело – жидкость),  $z = z_w + 0,1$  мм и  $z = z_w + 0,2$  мм. Профиль при  $z = z_w$  относится к границе раздела твёрдое тело–жидкость. На этом уровне настоящие численные результаты сравниваются с данными [3] и демонстрируют достаточно заметное расхождение с экспериментальными данными. Анализ показал, что небольшая погрешность в позиционировании термопар порядка десятых долей миллиметра при наличии сильных температурных градиентов может существенно влиять на предсказываемые значения температуры. Для количественной оценки такого эффекта на рис. 5 сплошными чёрными линиями приведены профили температуры на расстоянии 0,1



мм и 0,2 мм от границы твёрдое тело–жидкость в направлении течения газа. Профиль при  $z = z_w + 0,1$  мм согласуется с экспериментальными данными, особенно при значениях  $x/D < 0,5$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J. Ballester, T. Garcia-Armingol, "Diagnostic techniques for the monitoring and control of practical flames", Progress in Energy and Combustion Science, n. 36 (2010), pp. 375–411.
2. Gulyamov Sh.M., Xolmanov U.U., Rajabov A.T. Mathematic simulation of glass melting process in glass production // International scientific and technical journal «Chemical technology. Control and management», №2 (98), - 2021, - pp.70-74. <https://doi.org/10.51346/tstu-02.21.1-77-0010> (05.00.00, № 12)
3. Warnatz J., Maas U., Dibble R.W., Combustion - physical and chemical fundamentals, modeling and simulations, experiments, pollutant formation, Springer, 2001
4. M. Fuchihata, M. Katsuki, Y. Mizutani, T. Ida, "Observation of the flame structures emerging at low Damköhler number fields", Proceedings of the Combustion Institute, vol. 31 (2007), Issue 1, pp. 1353-1359.
5. Measurement of the heat transfer at combustor walls, Siemens V64.3A-burner, 2002, University of Karlsruhe Internal Report.
6. W. Krebs, Technical combustion systems: Combustion dynamics and control, Clean Combustors for Industrial Gas Turbines, VKI 2004-03, von Karman Institute for Fluid Dynamics, February 2004.
7. Зашкова Л., Пенкова Н., Касабов И., Топлотехнически агрегати в силикатната промишленост, ХТМУ, София, 2011
8. Baucal C.E. jr, Heat transfer in industrial combustion, CRC Press, New York, 2000

# **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](https://t.me/yait_2100)