

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

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

№12

2025
dekabr

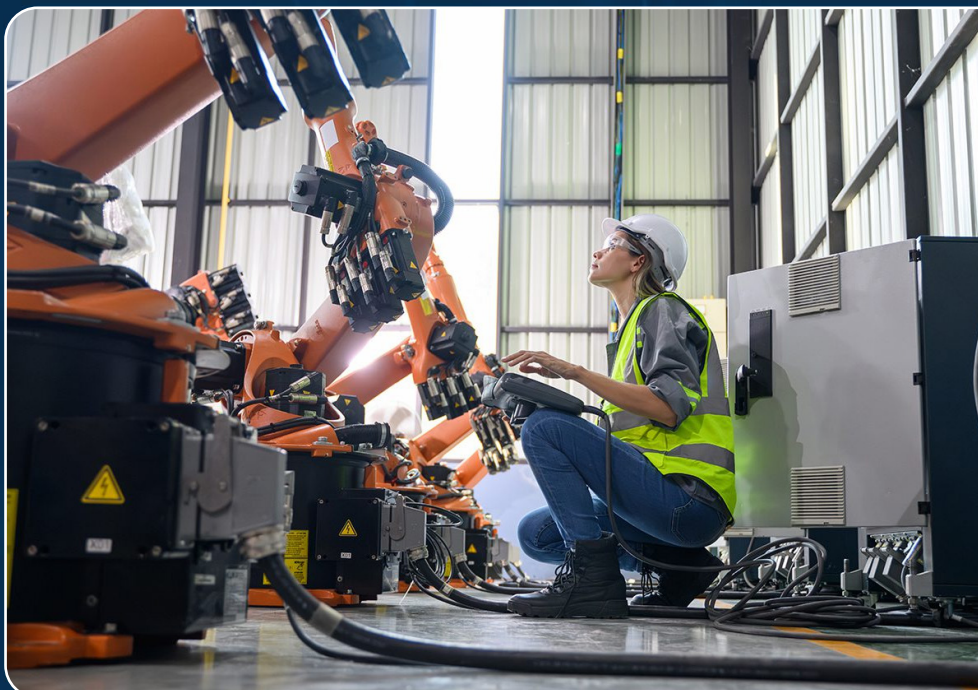


Milliy nashrlar

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, 670 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
<i>Pulatov Dilshod Haqberdiyevich, Ulug'ova Maftunabonu To'liqinova</i>	
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN LEADING WHEAT-PRODUCING COUNTRIES.....	28
<i>Turayeva Gulizahro</i>	
BLOKCHEYN TIZIMLARI UCHUN XESH FUNKSIYALARNI TANLASH MEZONLARI VA SAMARADORLIK KO'RSATKICHLARI TAHLILI	32
<i>Abduraximov Baxtiyor, Allanov Orif, Turdibekov Baxtiyor</i>	
RIVOJLANGAN DAVLATLAR TAJRIBASI ASOSIDA KICHIK KORXONALARDA ISHLAB CHIQARISHNI SAMARALI TASHKIL ETISH MODELLARI: NAMANGAN VILOYATI MISOLIDA	39
<i>Xonto'rayev Obbosxon Kamolxon o'g'li</i>	
ISSIQLIK AKKUMULYATORINING RAZRYADLANISH JARAYONIDA SUYUQLIK QATLAMLARIDA HARORAT TAQSIMLANISHINING BIR O'LCHOVLI MODEL	43
<i>B.A. Hikmatov, M.S. Mirzayev</i>	
ISLOM MOLIYASI TAMOIYILLARI ASOSIDA YASHIL LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	49
<i>Safarova Nasiba Gulmurod qizi</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ.....	54
<i>Даниярова Улбосын Куатбаевна</i>	
YANGI TURDAGI IKKI QATLAMLI TRIKOTAJ TO'QIMALARI KO'RSATKICHLARINI KOMPLEKS BAHOLASH	58
<i>Ergasheva Rashida Abdug'aniyevna</i>	
HALQALI YIGIRISH MASHINASIDA BURAM UCHBURCHAGINING IP UZILISHIGA BOG'LIQLIGINI TADQIQI.....	62
<i>Soliyev Azizbek Kamoldinovich</i>	
НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТУРИЗМА 2030: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЗБЕКИСТАНА	69
<i>Голышева Елена Вячеславовна</i>	
STRATEGIK JARAYONNING MODELLARI	76
<i>Musayeva Dilnoza Dilshatovna</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ КВАРТИР В МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМАХ.....	81
<i>Уринов Адхамжон Акбарович</i>	
MATERIALLARNI MURAKKAB YASSI TRAEKTORIYALAR BO'YICHA DEFORMASIYALANTIRISHDA PLASTIK DEFORMASIYALANISH JARAYONLARI	88
<i>A.Xakimov, X.Xakimov</i>	
TIJORAT BANKLARI TOMONIDAN LOYIHALARNI ISLOM MOLIYA INSTRUMENTLARI ORQALI MOLIYALASHTIRISH YO'LLARI.....	95
<i>Xaitov Shaxzod Sharipboyevich</i>	
SANOAT KORXONALARINING RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH CHORA-TADBIRLARINING KETMA KETLIGI	102
<i>Xusanova Maloxat Mengnorovna</i>	
TO'QIMACHILIK KORXONALARIDA LOGISTIKA XARAJATLARI TAHLILI	107
<i>Saidova Kamola Xoshimovna</i>	



OZIQ-OVQAT SANOATINI IQTISODIY RIVOJLANTIRISHDA EKOLOGIK MUAMMOLAR VA ULARNI YECHISHNING METODOLOGIK YONDASHUVLARI	111
Tleuv Niyetulla Raxmanovich	
YUQORI MUSTAHKAM KOMPOZIT ARMATURALARDAN FOYDALANILGAN TEMIRBETON KONSTRUKSIYALARNING 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
Abdulxayeva 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
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
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 CHIQUARILGAN 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 CHIQUARISHINING 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 CHIQUARISHGACHA 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	



УДК: 615.46:616.31:620.92

ПОЛУЧЕНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

**Арипова Мастура Хикматовна**

Ташкентский химико-технологический институт заведующая кафедры
«Технология силикатных материалов и благородных, редких металлов» (DSc., проф.)
ORCID: 0000-0003-1365-7864

**Ташбаев Джахангир Назим угли**

Ташкентский химико-технологический институт базовый докторант кафедры
«Технология силикатных материалов и благородных, редких металлов»

Аннотация. Разработка энергоэффективных и экологически устойчивых технологий производства стоматологического белого портландцемента приобретает все большее значение в современной инженерии биоматериалов. В данном исследовании изучается возможность получения высокочистого стоматологического портландцемента с использованием солнечной печи в качестве альтернативы традиционному производству клинкера на основе ископаемого топлива. Для достижения температур, необходимых для кальцинации карбоната кальция и образования ключевых фаз клинкера (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF), была использована система концентрированной солнечной тепловой энергии. С использованием альтернативного источника энергии (солнечной энергии) был получен белый стоматологический портландцемент. Установлено, что его состав и свойства пригодны для применения в качестве стоматологического цемента.

Ключевые слова: стоматологический цемент, белый портланд цемент, солнечная печь, солнечная энергия, возобновляемые источники энергии.

Annotatsiya. Stomatologik oq portlandsement ishlab chiqarishda energiya tejankor va ekologik barqaror texnologiyalarni ishlab chiqish biomateriallar muhandisligining zamonaviy yo'nalishlarida tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Mazkur tadqiqotda an'anaviy yoqilg'i asosida klinker ishlab chiqarishga muqobil sifatida quyosh pechidan foydalanib yuqori tozalikka ega stomatologik portlandsement olish imkoniyati o'rganildi. Kaltsiy karbonatining kalsinatsiyasi hamda klinkerning asosiy fazalari (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF) hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan yuqori haroratlarni ta'minlash maqsadida konsentrlangan quyosh issiqlik energiyasi tizimi qo'llanildi. Muqobil energiya manbai — quyosh energiyasidan foydalanish orqali oq stomatologik portlandsement olindi. Tadqiqot natijalari mazkur sementning tarkibi va xossalari uni stomatologik sement sifatida qo'llash uchun yaroqli ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: стоматологический цемент, белый портланд цемент, солнечная печь, солнечная энергия, возобновляемые источники энергии.

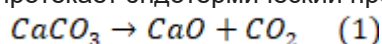
Abstract. The development of energy-efficient and environmentally sustainable technologies for the production of dental white Portland cement is becoming increasingly important in modern biomaterials engineering. This study investigates the feasibility of producing high-purity dental Portland cement using a solar furnace as an alternative to conventional clinker production based on fossil fuels. To achieve the temperatures required for the calcination of calcium carbonate and the formation of the main clinker phases (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF), a concentrated solar thermal energy system was employed. As a result of utilizing an alternative energy source—solar energy—white dental Portland cement was successfully produced. The results indicate that its composition and properties are suitable for application as a dental cement.

Keywords: dental cement, white Portland cement, solar furnace, solar energy, renewable energy sources.

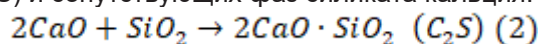
ВВЕДЕНИЕ

Стоматологический портландцемент и гидравлические материалы типа «минерал триоксид агрегат» (МТА) приобретают все большее значение в восстановительной и эндодонтической стоматологии благодаря своей биосовместимости, биоактивности, герметизирующей способности и долгосрочной размерной стабильности [1]. Эти цементы состоят в основном из фаз силиката кальция, таких как трехкальциевый силикат (C_3S) и двухкальциевый силикат (C_2S), которые гидратируются с образованием геля гидросиликата кальция и гидроксида кальция, способствуя минерализации и заживлению тканей [2]. Традиционное производство стоматологического цемента типа Портланд основано на высокотемпературных процессах клинкерования, обычно проводимых при температурах 1400–1500 °С во вращающихся печах, работающих на ископаемом топливе [3]. Хотя такие методы обеспечивают надежное фазообразование и высокие механические характеристики, они сопряжены со значительными выбросами углерода, высоким энергопотреблением и зависимостью от невозобновляемых источников энергии. В последние годы воздействие производства цемента на окружающую среду, особенно выбросы CO_2 в результате сжигания топлива и декарбонизации известняка стало центральной проблемой как для промышленного, так и для биомедицинского секторов материаловедения.

Начальная стадия клинкерообразования включает разложение карбоната кальция ($CaCO_3$), который является основным источником CaO в сырьевой смеси. По мере повышения температуры до 800–900 °С протекает эндотермический процесс кальцинации:

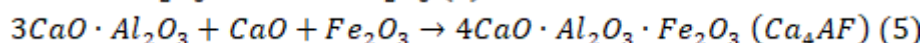
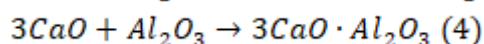
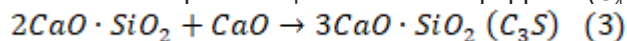


По мере повышения температуры до диапазона 900–1300 °С образовавшийся CaO начинает реагировать с SiO_2 , содержащимся в глине и песке. Эта стадия знаменует собой образование белита (C_2S) и сопутствующих фаз силиката кальция:



Образование белита начинается при температуре около 900–1000 °С и продолжается примерно до 1200 °С. При таких температурах жидкая фаза присутствует в ограниченном количестве, и большинство реакций протекает в твердом состоянии. Микроструктура, формирующаяся в этой зоне, оказывает значительное влияние на спекаемость и образование алита в последующей высокотемпературной зоне.

Заключительная и наиболее ответственная стадия протекает в зоне спекания (клинкерования), где температура достигает 1300–1450 °С. Здесь образуется жидкая фаза, способствующая диффузии и ускоряющая химические реакции. Доминируют два основных процесса: образование алита (C_3S) и образование четырехкальциевого алюмоферрита (C_4AF) [4]:



Как правило, клинкер портландцемента содержит алит (C_3S ; Ca_3SiO_5), белит (C_2S ; Ca_2SiO_4), трехкальциевый алюминат (C_3A ; $Ca_3Al_2O_6$) и четырехкальциевый алюмоферрит (C_4AF ; $Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$) в качестве основных фаз [5].

В случае белого портландцементного клинкера крайне важно поддерживать содержание оксида железа на минимально возможном уровне (менее 0,5 мас.% в клинкере), чтобы материал содержал только три основные фазы: C_3S , C_2S и C_3A . Восстановление Fe^{3+} до Fe^{2+} дополнительно повышает белизну, что требует охлаждения в слабовосстановительной атмосфере. Кроме того, вращающиеся печи, используемые для производства белого клинкера, должны работать при более высоких пиковых температурах (до 1600 °С) по сравнению с печами для серого клинкера (около 1450 °С). Основной причиной является уменьшенное количество жидкой фазы (расплава), образующейся при спекании, что обусловлено низким содержанием железа в сырьевой смеси [6].



ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

В книге [7] подробно рассмотрены основы стоматологического материаловедения и последние научные достижения в этой области. Основное внимание уделяется материалам, которые практикующие врачи ежедневно используют в своей работе. Дается общая характеристика физических, химических и биологических свойств стоматологических материалов, а также их взаимодействие с тканями полости рта (биосовместимость).

В работах [8-9] была исследована целесообразность использования концентрированного солнечного излучения в качестве тепловой энергии для высокотемпературных процессов, используемых при производстве керамики.

Центральное место в исследованиях альтернативных методов синтеза занимают технологии использования концентрированной солнечной энергии. В работах зарубежных и отечественных исследователей подробно описано применение солнечных печей и зеркальных концентраторов для плавления тугоплавких оксидов. Литература подтверждает, что гелиоустановки способны обеспечивать необходимый температурный режим за короткое время, при этом исключая загрязнение расплава материалами нагревательных элементов, что гарантирует высокую чистоту медицинского материала.

В рамках исследовательского проекта CemSol группа немецких ученых разрабатывает и демонстрирует установку для обжига цемента с использованием солнечной энергии. Основная идея проекта заключается в том, чтобы заменить сжигание ископаемого топлива концентрированной солнечной энергией на этапе кальцинации, а также внедрить систему улавливания CO_2 . В результате этого процесса образуется углекислый газ, который сначала отделяется, а затем связывается в известковом контуре [10].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЕ

Материалы. Для получения портландцемента были использованы микрокальцит как источник оксида кальция CaO и первичный каолин как источник оксида кремния SiO_2 и оксида алюминия (Al_2O_3). Сырье взвешивалось на аналитических весах с точностью до 0.001 г. Пропорции компонентов рассчитывались на основе стехиометрических соотношений для получения целевых фаз клинкера (преимущественно алита C_3S и белита C_2S). Составы сырья указаны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Состав первичного каолина (по результатам XRF анализа)

No.	Компонент (Component)	Результат (Result)	Ед. изм. (Unit)	Стат. погр. (Stat. Err.)	НПО (LLD)	НПК (LLQ)
1	Cl	0.0113	mass%	0.0002	0.0001	0.0004
2	Ac	(0.0008)	mass%	0.0001	0.0003	0.0010
3	Al_2O_3	33.7	mass%	0.0276	0.116	0.348
4	SiO_2	49.8	mass%	0.0250	0.0771	0.231
5	SO_3	0.0716	mass%	0.0009	0.0011	0.0032
6	K_2O	1.06	mass%	0.0084	0.0053	0.0160
7	CaO	0.260	mass%	0.0037	0.0048	0.0143
8	TiO_2	0.521	mass%	0.0032	0.0019	0.0056
9	V_2O_5	0.0180	mass%	0.0011	0.0028	0.0084
10	MnO	0.0328	mass%	0.0007	0.0007	0.0021
11	Fe_2O_3	1.03	mass%	0.0021	0.0010	0.0030
12	CuO	0.0029	mass%	0.0001	0.0002	0.0005
13	ZnO	0.0174	mass%	0.0002	0.0002	0.0006
14	Rb_2O	0.0118	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0001
15	SrO	0.0081	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0002
16	Y_2O_3	0.0048	mass%	<0.0001	0.0001	0.0004
17	ZrO_2	0.156	mass%	0.0011	0.0004	0.0013
18	PbO	0.0175	mass%	0.0002	0.0002	0.0005

Таблица 2. Состав микрокальцита (Кашкадарья)

SiO_2	K_2O	CaO	Al_2O_3	MgO	Fe_2O_3	П.п.п.
0.31	0.034	53.40	0.23	5.03	0.06	40.94

Сырьевые материалы были предварительно высушены в сушильной печи при 200°C . Затем проводилось измельчение компонентов и их смешивание для достижения гомогенизации в ручную в агатовой ступке.

Таблица 2. Соотношение компонентов в шихте

Микрокальцит	Каолин-1
0.75	0.25
0.8	0.2
0.7	0.3

Синтез белого портландцемента в солнечной печи. Работа высокотемпературной солнечной печи основана на принципе двойного отражения и концентрации солнечного излучения. Система функционирует как гигантская оптическая линза, которая собирает рассеянную солнечную энергию с большой площади и фокусирует ее в малую точку (фокальную зону), создавая экстремально высокие температуры [11].

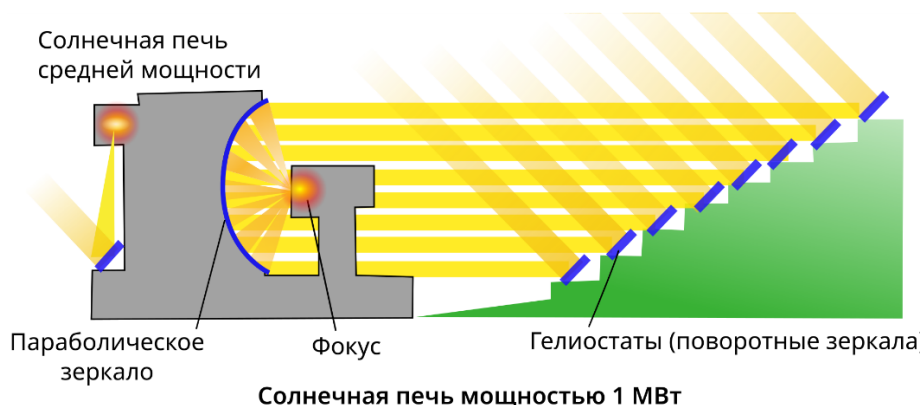


Рис. 1. Принцип работы солнечной печи



Рис. 2. Гелиостаты Большой Солнечной Печи (БСП)



Главный элемент печи является параболический концентратор. Это огромное вогнутое зеркало (состоящее из множества отдельных facets), форма которого представляет собой параболюид вращения. Он принимает параллельный поток лучей от гелиостатов и отражает их, фокусируя в одной точке. Благодаря геометрии параболы, все лучи, падающие параллельно главной оптической оси, сходятся в фокусе. Коэффициент концентрации может достигать нескольких тысяч. Концентрированный поток фотонов падает на поверхность цементной шихты. Открывая или закрывая жалюзи, оператор может плавно регулировать количество энергии, попадающей на концентратор.

Сырье в порошкообразном виде и в виде брикетов было помещены в корундовые тигели. Синтез производился при температуре до 1500°C и поддерживался при максимальной температуре в течении 10 минут.

ИК спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия представляет собой один из наиболее информативных методов инструментального анализа, базирующийся на способности молекул поглощать электромагнитное излучение в инфракрасном диапазоне. Физическая сущность метода заключается в возбуждении колебательных и вращательных движений атомов внутри молекулы: когда частота падающего излучения совпадает с собственной частотой колебания определенной химической связи, происходит резонансное поглощение энергии, и амплитуда колебаний увеличивается. Важнейшим условием для наблюдения спектра поглощения является изменение дипольного момента молекулы в процессе колебания, именно поэтому симметричные двухатомные молекулы, такие как N_2 или O_2 , не активны в ИК-спектре, тогда как полярные связи (например, C=O, O-H, N-H) дают интенсивные полосы. Молекулы могут совершать различные типы колебательных движений, при которых меняется длина связи, и деформационные, связанные с изменением валентных углов, что в совокупности формирует уникальный энергетический профиль соединения.

Основой ИК-спектроскопии являются энергетические переходы между колебательными уровнями молекул. Уникальные свойства молекулы, такие как масса атомов, геометрия связей и электронная плотность, которые определяют положение и интенсивность линий в спектре. Благодаря этому ИК-спектр служит надежным инструментом для идентификации чистых веществ и анализа смесей [12].

Исследование твердых поверхностей часто проводят методом НПВО (нарушенного полного внутреннего отражения), где регистрируется поглощение излучения на границе раздела «призма–образец». Интерпретация спектров базируется на анализе характеристических полос функциональных групп: их интенсивность, пропорциональная поглощенной энергии, позволяет проводить количественные расчеты, так как пропускание обратно пропорционально концентрации вещества.

Современные приборы оснащены вычислительными системами для очистки сигнала от шума, вычитания спектра растворителя и математической обработки данных. Для классической съемки «на просвет» твердые пробы готовят в виде таблеток с галогенидами щелочных металлов (обычно KBr). Ключевым условием качественного анализа является измельчение образца до 2–7 мкм и его прессование в прозрачную таблетку. Расшифровка ИК спектров осуществлена на основе данных приведенных в [13].

Рентгенофлуоресцентный анализ. Исследование структурных фазовых состояний и элементного состава синтезируемых биоматериалов является критическим этапом контроля качества при получении стоматологических цементов. Основным инструментом для решения этих задач служат рентгеновские методы анализа, среди которых ключевую роль играют рентгеновская дифракция (XRD) и рентгенофлуоресцентный анализ (XRF) [14]. Эти методы позволяют с высокой точностью дифференцировать аморфные и кристаллические фазы, оценивать размеры кристаллитов и подтверждать стехиометрическое соотношение элементов в конечном продукте.

Метод рентгенофазового анализа (РФА или XRD) базируется на явлении дифракции рентгеновских лучей на кристаллической решетке исследуемого вещества. Физическая основа метода описывается законом Брэгга-Вульфа, согласно которому конструктивная интерференция отраженных лучей возникает лишь при строго определенном соотношении между длиной волны излучения, межплоскостным расстоянием в решетке и углом падения луча. В результате анализа регистрируется дифрактограмма, показывающая зависимость интенсивности рассеянного излучения от угла рассеяния, которая является уникальным «отпечатком пальца» для каждой кристаллической фазы.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Химический составы клинкера, синтезированного с использованием концентрированной солнечной энергии и его смеси с водой, были определены методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) и ИК спектроскопии.



Таблица 3. Состав полученного цемента

No.	Компонент (Component)	Результат (Result)	Ед. изм. (Unit)	Стат. погр. (Stat. Err.)	НПО (LLD)	НПК (LLQ)
1	Cl	0.0155	mass%	0.0002	0.0002	0.0005
2	Br	0.0004	mass%	<0.0001	0.0001	0.0003
3	MgO	1.14	mass%	0.0208	0.0341	0.102
4	Al ₂ O ₃	8.53	mass%	0.0222	0.0118	0.0353
5	SiO ₂	16.8	mass%	0.0184	0.0072	0.0215
6	SO ₃	0.0689	mass%	0.0008	0.0005	0.0014
7	K ₂ O	0.0891	mass%	0.0028	0.0061	0.0184
8	CaO	71.3	mass%	0.0502	0.0277	0.0832
9	TiO ₂	0.133	mass%	0.0029	0.0034	0.0102
10	MnO	0.0225	mass%	0.0012	0.0021	0.0064
11	Fe ₂ O ₃	0.459	mass%	0.0037	0.0024	0.0071
12	Co ₂ O ₃	0.0567	mass%	0.0013	0.0023	0.0068
13	CuO	0.0019	mass%	0.0002	0.0005	0.0014
14	ZnO	0.0025	mass%	0.0002	0.0004	0.0011
15	Ga ₂ O ₃	0.0016	mass%	0.0001	0.0003	0.0009
16	Rb ₂ O	0.0010	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
17	SrO	0.0317	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
18	ZrO ₂	0.261	mass%	0.0024	0.0008	0.0025
19	Ag ₂ O	0.0020	mass%	0.0002	0.0003	0.0008
20	SnO ₂	0.0042	mass%	0.0003	0.0005	0.0015
21	TeO ₂	0.0024	mass%	0.0003	0.0007	0.0022
22	PbO	0.0016	mass%	0.0001	0.0003	0.0008

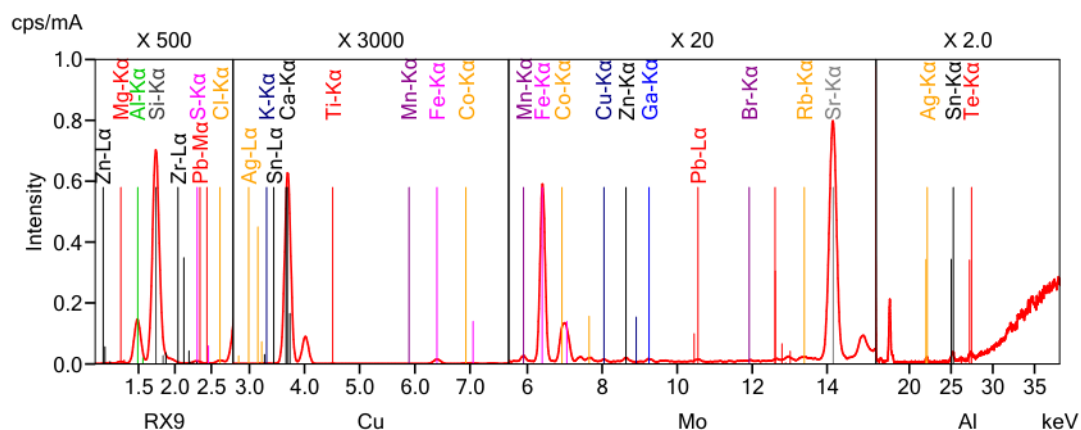


Рис. 3. РФА спектр полученного цемента

Таблица 4. сравнение полученных со стандартами по Тейлору

Оксид	Вес. %	Стандарт для БПЦ*
CaO	71,3	65,0 – 72,0
SiO ₂	16,8	17,0 – 23,0
Al ₂ O ₃	8,53	4,0 – 9,0
Fe ₂ O ₃	0,46	< 0,5
MgO	1,14	< 4,0
SO ₃	0,07	< 0,5 (в клинкере)



Таблица 5. Состав полученного цемента смешанного с водой

No.	Компонент (Component)	Результат (Result)	Ед. изм. (Unit)	Стат. погр. (Stat. Err.)	НПО (LLD)	НПК (LLQ)
1	Cl	0.0300	mass%	0.0002	0.0001	0.0004
2	Br	0.0024	mass%	<0.0001	0.0001	0.0003
3	Pa	(0.0004)	mass%	0.0001	0.0003	0.0009
4	MgO	0.996	mass%	0.0192	0.0309	0.0926
5	Al ₂ O ₃	7.87	mass%	0.0229	0.0106	0.0319
6	SiO ₂	13.9	mass%	0.0194	0.0065	0.0196
7	SO ₃	0.0591	mass%	0.0007	0.0004	0.0011
8	K ₂ O	0.110	mass%	0.0027	0.0053	0.0159
9	CaO	61.3	mass%	0.0790	0.0250	0.0749
10	TiO ₂	0.120	mass%	0.0025	0.0027	0.0080
11	MnO	0.0202	mass%	0.0011	0.0020	0.0060
12	Fe ₂ O ₃	0.432	mass%	0.0033	0.0025	0.0075
13	Co ₂ O ₃	0.0731	mass%	0.0013	0.0021	0.0062
14	CuO	0.0020	mass%	0.0002	0.0004	0.0013
15	ZnO	0.0026	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
16	Ga ₂ O ₃	0.0014	mass%	0.0001	0.0003	0.0008
17	Rb ₂ O	0.0010	mass%	<0.0001	0.0001	0.0003
18	SrO	0.0281	mass%	0.0002	0.0003	0.0009
19	Y ₂ O ₃	0.0043	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
20	ZrO ₂	0.216	mass%	0.0021	0.0007	0.0020
21	Nb ₂ O ₅	0.0023	mass%	0.0003	0.0006	0.0019
22	SnO ₂	0.0026	mass%	0.0002	0.0004	0.0012
23	TeO ₂	(0.0015)	mass%	0.0002	0.0006	0.0019
24	PbO	0.0015	mass%	0.0001	0.0003	0.0008
25	ThO ₂	0.0019	mass%	0.0001	0.0002	0.0006

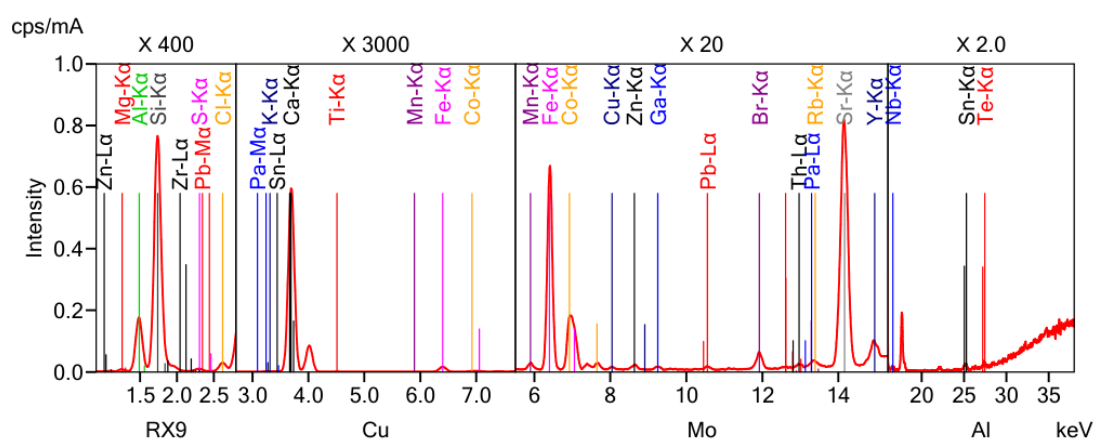


Рис. 4. РФА спектр полученного цемента, смешанного с водой.

Результаты ИК-спектроскопии приведенные в таблице 5 и рисунке 5 так же подтверждают получение цементного клинкера. Сильный пик в области $939,37\text{ см}^{-1}$ является основным признаком минералов клинкера Портландцемента, в частности фаз трехкальцевого силиката (C_3S , или алит) и двухкальцевого силиката (C_2S или белит). Это подтверждает, что процесс солнечного спекания успешно создал необходимые кристаллические фазы. $526,59\text{ см}^{-1}$ пик характерен для деформационных колебаний (ν_4) связей Si–O и Al–O. Эта область ассоциируется с комбинированной структурой как силикатных, так и алюминатных/ферритных фаз (C_3A , C_4AF).

Таблица 5. Данные ИК-спектра

№.	Пик (Peak)	Интенсивность (Intensity)	Скорр. Интенсивность (Corr. Intensity)	Основание (B) (Base (H))	Основание (H) (Base (L))	Площадь (Area)	Скорр. Площадь (Corr. Area)
1	526,59	13,03	2,655	627,86	475,47	125,526	4,616
2	939,37	8,636	3,365	1061,86	628,82	408,618	26,959
3	1075,36	9,821	0,2	1253,78	1062,82	181,048	0,551
4	1448,6	6,485	4,726	1609,67	1254,75	370,729	34,588
5	1647,28	9,795	0,196	1707,08	1610,63	96,882	0,46
6	1710,93	10,068	0,003	1720,58	1708,04	12,5	0,001
7	1733,12	10,075	0,001	1735,04	1730,22	4,807	0
8	2401,48	8,099	0,012	2405,34	1736,01	696,97	0,128
9	2936,75	6,467	0,149	2969,54	2406,3	640,385	0,561
10	3471,05	5,302	0,433	3600,29	2970,5	779,757	10,715
11	3635,97	5,274	0,363	3694,81	3601,25	118,059	1,467
12	3703,49	5,804	0,001	3704,45	3695,77	10,726	0
13	3867,44	5,588	0,001	3868,41	3852,01	20,528	0,001



Рис. 5. ИК спектр полученного цемента

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Исследование успешно продемонстрировало принципиальную возможность синтеза клинкера Белого Портландцемента с использованием концентрированной солнечной энергии. Полученный клинкер обладает химическим составом, характерным для высококачественных белых цементов, что подтверждается следующими ключевыми выводами:

Анализ РФА показал чрезвычайно низкое содержание окрашивающих оксидов, включая Fe_2O_3 (0,46%) и MnO (0,02%). Это свидетельствует об отсутствии загрязнения от топливной золы, что является основным преимуществом экологически чистого процесса солнечного спекания.

К-спектроскопия подтвердила успешное образование основных кристаллических фаз Портландцемента. Сильный пик в области $939,37 \text{ см}^{-1}$ однозначно указывает на наличие Алита (C_3S) и Белита (C_2S), необходимых для обеспечения прочности.

В целом, солнечный клинкер может быть классифицирован как Белый Портландцемент. Дальнейшая работа должна быть сосредоточена на оптимизации конструкции солнечной печи и/или режима спекания для достижения лучшей термической однородности и увеличения полноты декарбонизации сырьевой смеси.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Islam, I., Chng, H. K., & Yap, A. U. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. *Journal of Endodontics*, 32(3), 193-197, 2006
2. Tomas Fichtel, Ján Staněk "Cement-Based Materials in Dentistry" *Advanced Cement-Based Materials*, 2022
3. Chatterjee, A. K. Chemistry and Physics of Clinker phases. In *Cement Industry Technical Conference*, 2010.
4. Исмамов А.А. Силикат ва кийин эрийдиган нometалл материаллар технологияси, Т. «Fan va texnologiya», 2006, pp 184-190
5. Gartner, E., & Macphee, D. A physico-chemical basis for novel cementitious binders. *Cement and Concrete Research*, 41(7), 736-749. 2011
6. K. Ishikawa, "1.17 bioactive ceramics: cements," in *Comprehensive Biomaterials II*, P. Ducheyne, Ed., pp. 368–391, Elsevier, Oxford, 2017.
7. Базилян Э. А. Стоматологическое материаловедение. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 768 с
8. Wu, J., et al. Preparation, microstructure and properties of ceramic slab tiles by solar furnace. *Construction and Building Materials*, 418, 2025,
9. Plaza, D. M., Romero, M., Steinfeld, A., & González-Aguilar, J.. Feasibility of using concentrated solar radiation as a thermal energy source in materials processing. *Journal of Cleaner Production*, 98, 208–217. 2015
10. German Aerospace Center (DLR). CemSol: Solar production of cement with integrated CO₂ capture. Institute of Future Fuels. <https://www.dlr.de/en/ff/research-and-transfer/projects/2021/cemsol>
11. Рискеев, Т. Т., Сулейманов, С. X. Solar Parkent furnace: key to the future of material science. *Applied Solar Energy*, 45(1), 1–6 2009.
12. B. C. Smith, *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011.
13. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1977. – 174
14. Taylor H. F. W. *Cement Chemistry*. 2nd ed., Thomas Telford, 1997, pp. 92-94.

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