

# MUHANDISLIK

## & IQTISODIYOT

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

**2026-YIL**  
**IYUN/6-SON, III-QISM**



Milliy nashrlar

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

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google  
Scholar

ISSN INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

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



# **muhandislik** **& iqtisodiyot**

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

Elektron nashr, 2026-yil, iyun.

## **Bosh muharrir:**

**Zokirova Nodira Kalandarovna**, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

## **Bosh muharrir o'rinbosari:**

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

## **Tahrir hay'ati:**

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

**Sharipov Kongratbay Avezimbetovich**, texnika fanlari doktori, professor

**Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Shaumarov Said Sanatovich**, texnika fanlari doktori, professor

**Turayev Bahodir Xatamovich**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Nasimov Dilmurod Abdulloyevich**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Allayeva Gulchexra Jalgasovna**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Arabov Nurali Uralovich**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Xamrayeva Sayyora Nasimovna**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Bobonazarova Jamila Xolmurodovna**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Irmatova Aziza Baxromovna**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

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

**Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi**, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

**Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich**, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

**Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna**, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

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

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

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

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

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

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

**Ismoilova Gulnora Fayzullayevna**, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

**Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich**, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

**Kasimova Nargiza Sabitdjanovna**, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

**Kalanova Moxigul Baxritdinovna**, dotsent

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

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

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

**Bauyetdinov Majit Janizaqovich**, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

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

**Sultonov Shavkatjon Abdullayevich**, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich**, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

# 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 modellashtirish
- 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
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 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

RIVOJLANAYOTGAN MAMLAKATLARDA ESG TAMOYILLARINI JORIY ETISHNING INSTITUTSIONAL TO'SIQLARI VA IQTISODIY OQIBATLARI .....	10
<b>I. R. Berdikulova</b>	
KIMYO SANOATINING IQTISODIYOTDA TUTGAN O'RNI VA TARMOQ KORXONALARIDA BOSHQARUV HISOBI .....	14
<b>Onorboev Sh.M.</b>	
A WEEKLY LOGISTICS-CONTROLLING SYSTEM FOR EXPORT SUPPLY CHAINS: CORRIDOR-LEVEL EVIDENCE FROM A TEXTILE EXPORTER.....	26
<b>Mukhammadiyahaminova Shakhzoda Sherzodovna</b>	
FOTOVOLTAIK-TROMBE DEVORI ASOSIDA HAVONI ISITISH, TOZALASH VA ELEKTR ENERGIYASI ISHLAB CHIQRISH JARAYONLARINI INTEGRATSIYALASHNING ILMIY-METODIK TAHLILI.....	36
<b>Rahimova Volida Karim qizi</b>	
XAVFSIZ HAYOT TARZINI SHAKLLANTIRISHDA TA'LIM VA TARBIYANING O'RNI: NAZARIY ASOSLAR VA AMALIY MODEL.....	42
<b>Nigmatjonov Sardor Abdumannovich</b>	
РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД.....	49
<b>Дониёрова Зухрабону Алишер кизи</b>	
KAMBAG'AL OILALARNI TADBIRKORLIKKA JALB QILISHDA DAVLAT TOMONIDAN MOLIVAVIY QO'LLAB-QUVVATLASH VA BOSHQARISH (MENEJMENT) TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI...53	
<b>Bazarbaeva Asiya Shalkarbaevna</b>	
MOLIVAVIY INKLYUZIVLIK KONSEPSIYASI: BANK XIZMATLARINING KAMBAG'ALLIK DARAJASIGA TA'SIRINING NAZARIY ASOSLARI VA O'ZBEKISTON AMALIYOTI.....	58
<b>Niyozov Zuxur, Abdujalilov Shexroz, Zubaydulloyeva Damira</b>	
KORXONALARNI QAYTA TASHKIL ETISH JARAYONIDA ASOSIY VOSITALAR HISOBI VA BAHOLASHNI TAKOMILLASHTIRISH.....	61
<b>Davletov Ikrom Raximberganovich</b>	
ИОРДАНИЯ КАК ТУРИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР БЛИЖНЕГО ВОСТОКА.....	67
<b>Салихова Алина Муратовна</b>	
QUYOSH ENERGIYASINI KONVERSIYALOVCHI OPTOELEKTRON GELIOTRANSFORMATORLARNING FIZIK-TEXNIK ASOSLARI .....	73
<b>Axunov Qambarali, Xomidov Abdullajon, Mashrapova Irodaxon</b>	
XXI ASRDA O'ZBEKISTONDA ELEKTR ENERGIYASINI TEJASHDAGI YANGI TEXNOLOGIYALAR.....	78
<b>Xamrakulova Xilola, Yusupova Sevaraxon</b>	
HUDUDIY IXTISOSLASHUVNING SHAKLLANISH OMILLARI VA MINTAQAVIY RIVOJLANISHDAGI AHAMIYATI .....	83
<b>Sodiqova Nigora</b>	
BANKLAR TRANSFORMATSIYASI JARAYONIDA AKTIVLAR SAMARADORLIGI TAHLILI.....	89
<b>Muminov Bekzod Polvonovich</b>	
ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЗБЕКИСТАНА .....	95
<b>Садыков Авазбек Мадаминович, Цхай Лана Александровна</b>	
MILLIY KADRLAR ZAXIRASINI SHAKLLANTIRISHNING ILG'OR XORIJ TAJRIBASI.....	103
<b>G'aniyev Elyor Sobirjonovich</b>	
DIGITALIZATION OF INSOLVENCY PROCESSES: THE ROLE OF A UNIFIED ELECTRONIC PLATFORM IN ENSURING TRANSPARENCY AND ECONOMIC EFFICIENCY .....	110
<b>Damirjon Nurmatovich Soliyev</b>	



О ПРОЦЕССАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ В УЗБЕКИСТАНЕ.....	116
<b>Джумаев Аскар Хайдарович</b>	
SOLIQ MA'MURCHILIGI METODOLOGIYASINING HUQUQIY, TASHKILY VA RAQAMLI BAZASINI SHAKLLANTIRISH BILAN BOG'LIQ MUAMMOLAR.....	121
<b>Shamsiev O'ktam Sayfitdinovich</b>	
KO'P XONADONLI UYLARDA KOMMUNAL XIZMATLAR KO'RSATISH SOHASINING INSTITUTSIONAL ASOSLARI VA HOZIRGI HOLATI TAHLILI.....	127
<b>Muminov Obidjon Odilovich</b>	
MINTAQA VA UNING HUDUDLARIDA MEHNAT OMILI HISOBIGA SANOAT SALOHİYATINI OSHIRISH YO'LLARI.....	135
<b>Urazaliyev Bekzod Sultanbayevich</b>	
КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С УЧЕТОМ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС ПРОЦЕССОВ.....	141
<b>Джуманов А.А.</b>	
O'ZBEKISTONDA SOLIQ MADANIYATINI SHAKLLANTIRUVCHI OMILLARNI FAKTOR TAHLIL VA KO'P OMILLI REGRESSIYA ASOSIDA BAHOLASH.....	152
<b>V.I. Isroilov, V.B. Ibragimov</b>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗВИТИИ БАНКОВСКИХ УСЛУГ.....	158
<b>Мамутова Айгуль Калмурзаевна</b>	
QUYOSH NOVUZLARIDA SODIR BO'LUVCHI ISSIQLIK JARAYONLARINING BIR O'LCHAMLI MATEMATIK MODEL.....	165
<b>M.M. Maxmudova, J.J. Kamolov</b>	
ФАКТОРЫ, СДЕРЖИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	172
<b>Алиев Али Комил угли, Каримова А.</b>	
ISTE'MOL KREDITLARINING ANAMIYATI VA O'ZIGA XOS JIHATLARI.....	176
<b>S. Qayumov, M. Qurbonov, A. S. Abduraxmanov</b>	
AVTOTRANSPORT XIZMATLARI SAMARADORLIK DARAJASINI OMILLI TAHLILI.....	179
<b>Raximov Azamat Hamroqulovich</b>	
MINTAQA IQTISODIYOTINI BARQAROR RIVOJLANTIRISHDA FIRMALARNING TASHQI BOZORLARGA INTEGRATSIYALASHUV JARAYONLARI: XORIY TAJRIBASI.....	183
<b>Ozodova Farida Zarif qizi</b>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗОЛОВОАЛЮТНЫМИ РЕЗЕРВАМИ И ВНЕШНИМ ДОЛГОМ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧАСТНИКОВ ФИНАНСОВОГО РЫНКА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ.....	187
<b>Зайналов Жахонгир Расулович, Алиева Сусанна Сейрановна</b>	
GENERATIV AI ASOSIDAGI ALGORITMIK NARX BELGILASH MEKANIZMLARI: RAQOBAT IQTISODIYOTIDA MONOPOLLASHUV XAVFI, VANO BO'YICHA SOZLASHUV MUAMMOLARI VA ANTIMONOPOL TARTIBGA SOLISH.....	192
<b>Kendjayeva Dildora Xudayberganovna, Abdumannopova Shirin Olamgir qizi</b>	
РАЗВИТИЕ ЗЕЛЁНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА.....	200
<b>Тураева А. И.</b>	
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN KNOWLEDGE DELIVERY MODELS.....	204
<b>Daminova Barno Esanovna, Pardayeva Sevinch Sherzod qizi, Inoqov Jasur Komil o'g'li</b>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА И СТАРТАПОВ.....	208
<b>Ибрагимов Гайратжон Артикович</b>	
RAQAMLI IQTISODIYOT VA SUN'IY INTELLEKT SHAROITIDA IJTIMOY-IQTISODIY ADOLAT QOIDALARI.....	216
<b>Alimov Nasimjon Hoshimovich</b>	



ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЗБЕКИСТАНА.....	221
<b>Садыков Авазбек Мадаминович, Цхай Лана Александровна</b>	
TURIZMNI RIVOJLANTIRISHDA SUN'YI INTELLEKTDAN FOYDALANISH USULLARI.....	228
<b>Daminova Barno Esanovna, Abduraimova Aziza Erkin qizi, G'ofurova Anora Zafar qizi</b>	
XALQARO MOLIYAVIY HISOBOT STANDARTLARI (IFRS)GA O'TISH JARAYONIDA ISHLAB CHIQRISH XARAJATLARI HISOBINING MUAMMOLARI.....	233
<b>Ismailov Naufal Nadirovich</b>	
RAQAMLI BANK XIZMATLARINI TAKOMILLASHTIRISHDA SUN'YI INTELLEKT VA BIG DATA TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI.....	241
<b>Eshqobulova Charos O'roq qizi</b>	
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: A GLOBAL REVIEW OF AI-POWERED TEACHING AND LEARNING.....	245
<b>Begzod Nishanov</b>	
O'ZBEKISTONDA ISLOMIY SUG'URTA (TAKAFUL) TIZIMINI JORIY ETISH IMKONIYATLARI: NAZARIY-QIYOSIY TAHLIL.....	251
<b>Abdullayev Azamat Akbar o'g'li</b>	
RAQAMLI MARKETING VA MILLIY BRENDLASH ORQALI TURIZM EKSPORTINI OSHIRISH: YAQIN SHARQ TAJRIBASI VA O'ZBEKISTON UCHUN YO'L XARITASI.....	259
<b>Bekmurodova F.A., Tolibova Aziza</b>	
MEVA-SABZAVOTCHILIK QUYI MAJMUASIDA LOGISTIKANI RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI.....	263
<b>Murodov Sherzodbek Murod o'g'li</b>	
EMPLOYEE WELL-BEING IN POST-REFORM UZBEKISTAN: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND RESEARCH AGENDA.....	268
<b>Farida Nishanova</b>	
QISHLOQ XO'JALIGI MAHSULOTLARI EKSPORTINI MOLIYAVIY QO'LLAB-QUVVATLASHNING ISTIQBOLLI YO'NALISHLARI.....	274
<b>Xakimov Zafar Ibragimovich</b>	
АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН (2010–2024 ГОДЫ).....	278
<b>Бекимбетова Мария Махсетуллаевна</b>	
O'ZBEKISTONDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINI QO'SHILGAN QIYMAT SOLIG'I ZANJIRIGA INTEGRATSIYALASHNING FISKAL VA IQTISODIY SAMARADORLIGI: IXTIYORIY O'TISH MEKANIZMINING MIQDORIY VAHOLANISHI.....	282
<b>Urazmatov Jonibek Musurmanovich</b>	
RAQAMLASHTIRISH SHAROITIDA OLIY TA'LIM XIZMATLARINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI.....	287
<b>Xasanova Yulduz Kayumovna</b>	
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОХОДОВ РАБОТНИКОВ СФЕРЫ УСЛУГ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ.....	291
<b>Рустамова Феруза Камоловна, Исхакова Сарвар Аюбовна</b>	
ISSIQXONA TIPLI QUYOSH QURITGICHINING ENERGETIK, EKOLOGIK VA IQTISODIY TAHLILI.....	296
<b>B.A. Hikmatov</b>	
ASSESSMENT CRITERIA FOR THE EFFECTIVENESS OF DISTANCE EDUCATION IN THE EDUCATIONAL SYSTEMS OF DEVELOPED COUNTRIES.....	301
<b>Umurzakova Gulyor Eshnazar qizi</b>	
KO'P FUNKSIYALI PV-TROMBE DEVORIDA KONSTRUKTIV YECHIMLAR, HAVO FILTRATSIYASI VA STERILIZATSIYA JARAYONLARINING SAMARADORLIKKA TA'SIRI.....	307
<b>Rahimova Volda Karim qizi</b>	
O'ZBEKISTONDA INVESTITSIYALARNI JALB ETISHNING ZAMONAVIY TENDENSIYALARI, MAVJUD MUAMMOLARI VA ULARNI BARATARAF ETISH YO'LLARI.....	312
<b>Jiyanov Laziz Najimovich</b>	



KNOWLEDGE ASSESSMENT AND RESULTS VISUALIZATION BASED ON TEXT MINING IN E-LEARNING PLATFORMS .....	317
<b>Laziz Sayimovich Safarov</b>	
THE ROLE OF DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN DEVELOPING THE PROFESSIONAL COMMUNICATION CULTURE OF FUTURE TEACHERS.....	321
<b>Dilnoza Jorayevna Kuvatova</b>	
TURIZM SOHASIDA KADRLAR TAYYORLASHNING ZAMONAVIY KOMPETENSIYALARI VA ULARNI SHAKLLANTIRISHNING TASHKILY-HUQUQIY ASOSLARI .....	325
<b>Sharipov Shahriyor Shamsiddin o'g'li</b>	
АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ БАНКОВСКОЙ СФЕРЫ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН .....	329
<b>Бабаева Г. Я.</b>	
О'ZBEKISTON SOLIQ TIZIMINI SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA YOSHLARNING O'RNI.....	338
<b>Hamidova Shahzoda Odiljanovna</b>	
DIGITAL ECONOMY IN THE CONDITIONS OF CURRENT LEVEL AND DYNAMICS OF WOMEN'S ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT .....	343
<b>Ibodullayeva M.S.</b>	
TO'QIMACHILIK SANOATI KORXONALARIDA ISHLAB CHIQRISH XARAJATLARI HISOBI VA MAHSULOT TANNARXINING AUDITI .....	349
<b>Almardanov Muxamadi, Bolibekov Baxtiyor, Safarov Javohir</b>	
EKOLOGIK OMILLAR ASOSIDA HUDUDLARNI BARQAROR RIVOJLANTIRISHNING FAZOVIIY-AXBOROT MODELLARINI TAKOMILLASHTIRISH (QORAQALPOG'ISTON RESPUBLIKASI VA OROLBO'YI MISOLIDA) .....	355
<b>Reymova Gulmira Polatovna</b>	
O'ZBEK VA INGLIZ TILSHUNOSLIKLARIDAGI SUBYEKT VA PREDIKAT PARADIGMASI, ULARNING UMUMIY VA XUSUSIY JIHLTLARI.....	362
<b>Azamova Gulruh Akbar qizi</b>	
MINTAQALARDA IJTIMOY HIMOYA TIZIMINI STATISTIK MONITORING QILISH VA BAHOLASH METODOLOGIYASI.....	366
<b>M.Sh. Raximova</b>	
O'ZBEKISTON SHAROITIDA TO'QIMACHILIK KLASTERLARINI TASHKIL ETISH VA UNING IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHDAGI O'RNI.....	370
<b>Eshniyozov Asadbek Abdinazar o'g'li</b>	
QURILISH KORXONALARIDA INNOVATSION-INVESTITSION FAOLLIKNI OSHIRISH ASOSIDA BOSHQARISHNING DOLZARB MASALALARI.....	375
<b>Egamov Raxmatillo Mirolimovich</b>	
QO'SHILGAN QIYMAT SOLIG'INI HISOBLASH VA YIG'ISH AMALIYOTINI RIVOJLANTIRISH .....	380
<b>Bisenbaev Sharyar Quwanishbay uli</b>	
O'ZBEKISTONDA SANOAT TARMOQLARINI DIVERSIFIKATSIYALASHNING USTUVOR YO'NALISHLARI .....	387
<b>Kudratov Muhammad Rustamovich</b>	
INVESTITSIYA RISKLARINI BOSHQARISH TIZIMIDAGI MUAMMOLAR VA ULARGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR TAHLILI .....	393
<b>Sobirjonova Nodira Rustamjon qizi</b>	
RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA QISHLOQ XO'JALIGI KOOPERATSIYALARINI RIVOJLANTIRISHNING TASHKILY-IQTISODIY MEXANIZMLARI .....	400
<b>Abdinazarova Feruza, Abdiraximov Fayozbek</b>	
IQTISODIYOTNI RAQAMLASHTIRISHDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING O'RNI VA XUSUSIYATLARI.....	406
<b>Fayziyev Manuchehr Sharofiddinovich</b>	



О‘ЗБЕКISTONDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINI MOLIYALASHTIRISHDA RAQAMLI KREDITLASH VA MUQOBIL SKORING MEKANIZMLARINI RIVOJLANTIRISH ..... 410

**Hamroqulov Xushbaxt Sadriddinovich**

БЕНЧМАРКИНГ ВЫВОДА БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ НА НРС-КЛАСТЕРАХ: ЗАДЕРЖКА, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ..... 418

**Исмайылов Эльвиз Анвар оглу**



# БЕНЧМАРКИНГ ВЫВОДА БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ НА HPC-КЛАСТЕРАХ: ЗАДЕРЖКА, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Исмайлов Эльвиз Анвар оглу

Азербайджанский Университет Нефти и Промышленности, г. Баку, Азербайджан

E-mail: [Elviz.ismayilov@asoiu.edu.az](mailto:Elviz.ismayilov@asoiu.edu.az)

**Аннотация.** В данной статье представлено комплексное исследование производительности вывода больших языковых моделей (LLM) на высокопроизводительных вычислительных HPC-кластерах. Эксперименты проводились с четырьмя моделями — LLaMA-3-70B, Mixtral-8x7B, Falcon-40B и Gemma-2-27B — с использованием различных конфигураций квантизации: FP16, INT8, INT4, а также фреймворков vLLM и TensorRT-LLM. Оцениваются три ключевых показателя: задержка первого токена (TTFT), пропускная способность (токенов/с) и энергоэффективность (Дж/токен). Результаты свидетельствуют о том, что INT4-квантизация с параллелизмом тензоров на 4 GPU обеспечивает оптимальный баланс между скоростью и потреблением энергии, достигая снижения задержки до 84% при росте пропускной способности в 8,2 раза по сравнению с однопроцессорным FP16-выводом.

**Ключевые слова:** большие языковые модели, HPC-кластеры, бенчмаркинг, задержка вывода, пропускная способность, энергоэффективность, квантизация, vLLM, TensorRT-LLM, параллелизм тензоров.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada yuqori unumdorlikka ega hisoblash HPC-klasterlarida katta til modellari (LLM) inferens samaradorligi kompleks tadqiq etilgan. Tajribalar LLaMA-3-70B, Mixtral-8x7B, Falcon-40B va Gemma-2-27B modellarida, FP16, INT8, INT4 kvantlash konfiguratsiyalari hamda vLLM va TensorRT-LLM freymvorklari yordamida o'tkazilgan. Tadqiqotda uchta asosiy ko'rsatkich baholangan: birinchi token kechikishi (TTFT), o'tkazuvchanlik qobiliyati (token/soniya) va energiya samaradorligi (J/token). Natijalar shuni ko'rsatadiki, 4 ta GPUda tensor parallelizmi bilan INT4-kvantlash tezlik va energiya sarfi o'rtasida optimal muvozanatni ta'minlaydi hamda bir protsessorli FP16-inferens bilan solishtirganda kechikishni 84% gacha kamaytirib, o'tkazuvchanlikni 8,2 baravarga oshiradi.

**Kalit so'zlar:** katta til modellari, HPC-klasterlar, benchmark, inferens kechikishi, o'tkazuvchanlik qobiliyati, energiya samaradorligi, kvantlash, vLLM, TensorRT-LLM, tensor parallelizmi.

**Abstract.** This article presents a comprehensive study of the inference performance of large language models (LLMs) on high-performance computing HPC clusters. The experiments were conducted using four models — LLaMA-3-70B, Mixtral-8x7B, Falcon-40B, and Gemma-2-27B — with different quantization configurations, including FP16, INT8, and INT4, as well as the vLLM and TensorRT-LLM frameworks. Three key metrics are evaluated: time to first token (TTFT), throughput (tokens/s), and energy efficiency (J/token). The results show that INT4 quantization with tensor parallelism on 4 GPUs provides an optimal balance between speed and energy consumption, reducing latency by up to 84% and increasing throughput by 8.2 times compared with single-processor FP16 inference.

**Keywords:** large language models, HPC clusters, benchmarking, inference latency, throughput, energy efficiency, quantization, vLLM, TensorRT-LLM, tensor parallelism.

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие больших языковых моделей (LLM) за последние годы создало принципиально новые требования к вычислительной инфраструктуре. Модели класса 70B+ параметров требуют десятков гигабайт видеопамати только для хранения весов, а задачи обработки в реальном времени предъявляют жёсткие ограничения по латентности. Высокопроизводительные вычислительные кластеры (HPC) с их многоузловой архитектурой, специализированными ускорителями и высокоскоростными сетями становятся естественной платформой для промышленного развёртывания LLM.

Тем не менее вопрос об оптимальной конфигурации развёртывания — выборе фреймворка вывода, степени квантизации, стратегии распределения нагрузки — остаётся открытым. Большинство



существующих исследований либо ограничиваются одной моделью, либо не учитывают энергетическую составляющую, критически важную для крупных вычислительных центров. Настоящая работа восполняет этот пробел, предлагая систематический бенчмаркинг по трём ключевым осям: задержка, пропускная способность и энергоэффективность.

Актуальность исследования подтверждается и тем, что НРС-кластеры на базе OpenNPC активно используются в академических и промышленных центрах Азербайджана и СНГ. Полученные результаты могут служить практическим руководством при проектировании инфраструктуры для задач обработки естественного языка.

Цели данной работы:

- провести сравнительный анализ четырёх актуальных LLM при различных конфигурациях квантизации;
- измерить задержку первого токена (TTFT) и пропускную способность при масштабировании от 1 до 4 GPU;
- оценить энергоэффективность каждой конфигурации в метриках Дж/токен и CO<sub>2</sub>/1K токенов;
- сформулировать практические рекомендации по выбору конфигурации в зависимости от прикладной задачи.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

Проблематика вывода LLM на ускорительном оборудовании активно исследуется начиная с 2022 года. Работы по системам вывода можно разделить на три направления: оптимизация фреймворков, квантизация весов и управление пакетной обработкой.

Yuichi Inoue et al. (2024) предложили методику непрерывного пакетирования запросов (continuous batching) в системе vLLM, добившись увеличения пропускной способности в 23 раза по сравнению с базовыми реализациями. NVIDIA TensorRT-LLM (2023) демонстрирует значительный прирост производительности за счёт компиляции графов вычислений и in-flight batching. Ряд исследований посвящён исключительно многоузловым конфигурациям: Aminabadi et al. (2022) в рамках проекта DeepSpeed-Inference исследовали параллелизм тензоров и конвейерный параллелизм, однако не рассматривали энергетические показатели.

В области энергоэффективности Patterson et al. (2022) показали, что обучение GPT-3 потребовало выброса 552 т CO<sub>2</sub>, однако систематических данных о стадии вывода значительно меньше. Samsi et al. (2023) предприняли одну из первых попыток измерить углеродный след вывода LLM, ограничившись, однако, моделями до 13B параметров.

Вопросы интеграции LLM с НРС-инфраструктурой рассматриваются автором настоящей статьи в работе [1], где анализируются возможности и ограничения использования больших языковых моделей в среде высокопроизводительных вычислений. Сравнительный анализ программного обеспечения для управления НРС-кластерами, в том числе платформ OpenNPC и HTCCondor, подробно рассмотрен в работе [2], что создаёт контекст для понимания выбранной инфраструктуры в настоящем исследовании.

Таким образом, настоящая работа занимает нишу, не охваченную существующей литературой: комплексный бенчмаркинг моделей 27–70B на реальном НРС-кластере с одновременным измерением производительности и энергопотребления.

## МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1. Аппаратная конфигурация

Эксперименты проводились на двухузловом НРС-кластере под управлением Rocky Linux 9.3 и планировщика задач SLURM 23.11. Конфигурация узлов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Аппаратная конфигурация кластера<sup>1</sup>

Параметр	Узел А (GPU)	Узел В (CPU)
Процессор	Intel Xeon Gold 6338 (2×32 ядра)	AMD EPYC 7763 (2×64 ядра)
GPU	4× NVIDIA A100 80GB	—
ОЗУ	512 ГБ DDR4-3200	1 ТБ DDR4-3200
Хранилище	2 ТБ NVMe SSD	4 ТБ NVMe SSD
Сеть	InfiniBand HDR 200 Гбит/с	InfiniBand HDR 200 Гбит/с
ОС	Rocky Linux 9.3	Rocky Linux 9.3

1 Источник: составлено автором на основе конфигурации исследуемого НРС-кластера.

Потребляемая мощность измерялась с помощью NVIDIA Management Library (NVML) с частотой опроса 100 мс. Для CPU-компонентов использовался счётчик Intel RAPL (Running Average Power Limit). Мониторинг системы осуществлялся через Prometheus + Grafana с экспортёром node\_exporter 1.7.

### 3.2. Исследуемые модели

Выбор моделей обусловлен их значимостью в академическом и промышленном сообществе, а также разнообразием архитектур. В таблице 2 перечислены исследуемые модели и их параметры.

Таблица 2. Исследуемые LLM-модели<sup>2</sup>

Модель	Параметры	Архитектура	Квантизация	Фреймворк
LLaMA-3-70B	70 млрд	Transformer (decoder)	FP16 / INT8	vLLM 0.4
Mixtral-8x7B	56 млрд (MoE)	Mixture of Experts	FP16 / INT4	vLLM 0.4
Falcon-40B	40 млрд	Transformer (decoder)	FP16 / INT8	TensorRT-LLM
Gemma-2-27B	27 млрд	Transformer (decoder)	FP16	TensorRT-LLM

### 3.3. Конфигурация фреймворков

Использовались два фреймворка вывода: vLLM версии 0.4.2 и TensorRT-LLM версии 0.9.0. Параметры запуска vLLM:

- tensor-parallel-size: 1, 2, 4 (в зависимости от эксперимента);
- max-num-batched-tokens: 8192;
- gpu-memory-utilization: 0.90;
- quantization: None / AWQ (INT4) / SqueezeLLM (INT8).

Для TensorRT-LLM сборка осуществлялась с флагами --tp\_size (тензорный параллелизм), --strongly\_typed и --use\_inflight\_batching. Размер контекста во всех экспериментах составлял 2048 токенов на входе и 512 токенов на выходе, что соответствует типичной задаче суммаризации.

### 3.4. Метрики и методика измерений

Оценивались следующие показатели:

- Time to First Token (TTFT) — задержка от поступления запроса до генерации первого токена (мс).

Усредняется по 500 запросам после 50 прогревочных итераций.

- Throughput (TPS) — количество сгенерированных токенов в секунду при загрузке 16 одновременных запросов.

- Energy per Token (Дж/токен) — отношение суммарной потреблённой энергии к числу сгенерированных токенов.

- Emissions (CO<sub>2</sub>, г/1К токенов) — оценка углеродных выбросов на основе коэффициента 0,45 кг CO<sub>2</sub>/кВт·ч (среднее по Европе, IEA, 2023).

Статистическая достоверность обеспечивалась пятикратным повторением каждого эксперимента. Доверительные интервалы (95%) вычислялись по t-распределению Стьюдента. Для генерации нагрузки использовался инструмент Locust 2.24 с профилем запросов, имитирующим смешанную академическую нагрузку: суммаризация, ответы на вопросы, перевод.

## АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

### 4.1. Задержка и пропускная способность

Основные результаты измерений TTFT и TPS приведены в таблице 3.

2 Источник: составлено автором на основе технических характеристик исследуемых LLM-моделей.

Таблица 3. Задержка (TTFT) и пропускная способность (TPS)<sup>3</sup>

Модель	TTFT, мс (1 GPU)	TTFT, мс (4 GPU)	TPS, токенов/с (1 GPU)	TPS, токенов/с (4 GPU)
LLaMA-3-70B (FP16)	312	89	47	178
LLaMA-3-70B (INT8)	198	61	74	271
Mixtral-8x7B (FP16)	276	81	58	209
Mixtral-8x7B (INT4)	141	48	112	387
Falcon-40B (FP16)	247	74	63	231
Gemma-2-27B (FP16)	189	58	81	298

Анализ результатов выявил несколько закономерностей. Во-первых, масштабирование с 1 до 4 GPU снижает TTFT в 3,4–3,6 раза вне зависимости от модели, что близко клинейному, но указывает на накладные расходы коммуникации (~14%). Во-вторых, INT4-квантизация для Mixtral-8x7B позволяет сократить TTFT на 49% на одиночном GPU при увеличении TPS в 1,93 раза, при этом, по данным независимой оценки, деградация качества (MMLU) составляет менее 2 процентных пунктов.

Особый интерес представляет архитектура Mixture of Experts модели Mixtral-8x7B: при сопоставимом TTFT с LLaMA-3-70B она демонстрирует на 17% более высокий TPS, что объясняется активацией лишь 2 из 8 экспертных блоков на каждом токене.

#### 4.2. Энергоэффективность

Результаты измерения энергопотребления представлены в таблице 4.

Таблица 4. Энергоэффективность конфигураций<sup>4</sup>

Модель / Конфигурация	Мощность, Вт	Дж/токен	Токенов/кВт·ч	CO <sub>2</sub> , г/1К токенов
LLaMA-3-70B (FP16, 1 GPU)	312	6.64	541 600	2.98
LLaMA-3-70B (INT8, 4 GPU)	890	3.29	1 094 000	1.47
Mixtral-8x7B (INT4, 4 GPU)	820	2.12	1 698 000	0.95
Gemma-2-27B (FP16, 4 GPU)	680	2.28	1 578 900	1.02

Наилучшую энергоэффективность демонстрирует Mixtral-8x7B с INT4-квантизацией на 4 GPU: 2,12 Дж/токен против 6,64 Дж/токен для однопроцессорного FP16-вывода LLaMA-3-70B — снижение в 3,1 раза. Это объясняется синергией двух факторов: снижением арифметической интенсивности при квантизации и более высоким уровнем параллелизма при многопроцессорном выводе.

При пересчёте на углеродные выбросы разрыв остаётся значительным: 0,95 г CO<sub>2</sub> против 2,98 г CO<sub>2</sub> на 1000 токенов. Для сервиса, генерирующего 1 млрд токенов в сутки, это соответствует разнице в 1,99 т CO<sub>2</sub> ежедневно.

Полученные результаты позволяют сформулировать практические рекомендации для трёх типичных сценариев развёртывания LLM на HPC-кластерах.

Сценарий 1: интерактивные приложения (чат-боты, ассистенты). Приоритет — минимальный TTFT. Рекомендуется Gemma-2-27B (FP16, 4 GPU): TTFT 58 мс, при этом относительно скромное потребление памяти оставляет ресурсы для увеличения параллелизма запросов.

Сценарий 2: пакетная обработка (суммаризация документов, аннотирование данных). Приоритет — максимальный TPS. Рекомендуется Mixtral-8x7B (INT4, 4 GPU): 387 токенов/с, что в 8,2 раза превосходит базовый однопроцессорный FP16-вариант.

Сценарий 3: ограниченный энергетический бюджет. Приоритет — минимум Дж/токен. Также рекомендуется Mixtral-8x7B (INT4, 4 GPU): 2,12 Дж/токен. Архитектура МоЕ показывает принципиальное преимущество в этом сценарии.

Среди выявленных ограничений следует отметить зависимость результатов от длины контекста: при контексте 8К токенов соотношение TTFT между конфигурациями изменяется из-за различного

<sup>3</sup> Источник: составлено автором по результатам экспериментального бенчмаркинга.

<sup>4</sup> Источник: составлено автором по результатам исследования.

масштабирования механизма внимания. Данное направление планируется исследовать в последующих работах.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В данной работе проведён систематический бенчмаркинг четырёх актуальных LLM на реальном HPC-кластере по показателям задержки, пропускной способности и энергоэффективности. Ключевые выводы:

– Масштабирование с 1 до 4 GPU даёт близкое к линейному снижению TTFT (3,4–3,6×) при накладных расходах коммуникации ~14%.

– INT4-квантизация является наиболее эффективным инструментом повышения TPS (+65–200%) при допустимой деградации качества (<2% по MMLU).

– Архитектура MoE (Mixtral-8x7B) демонстрирует системное преимущество в энергоэффективности: 2,12 Дж/токен против 3,29 Дж/токен у лучшей модели с плотной архитектурой.

– Выбор фреймворка (vLLM и TensorRT-LLM) оказывает меньшее влияние на итоговую производительность, чем выбор степени квантизации и количества GPU.

Перспективы дальнейших исследований включают расширение диапазона контекста до 32K токенов, оценку конвейерного параллелизма при работе на 8+ GPU, а также анализ влияния пропускной способности памяти GPU на показатели вывода для моделей разного размера.

### Список использованной литературы

[1] Ismayilov E. Harnessing Large Language Models for High-Performance Computing: Opportunities and Challenges // *Azerbaijan Journal of High Performance Computing*. — 2025. — Vol. 7, Article e2025.02. — P. 1–7. — DOI: 10.32010/26166127.2025.04.

[2] Ismayilov E. Difference between OpenHPC and HTCondor Cluster Systems: In-Depth Analysis // *Azerbaijan Journal of High Performance Computing*. — 2023. — Vol. 6, No. 2. — P. 203–208. — DOI: 10.32010/26166127.2023.6.2.203.208.

[3] Kwon W., Li Z., Zhuang S., Sheng Y., Zheng L., Yu C. H., Gonzalez J. E., Zhang H., Stoica I. Efficient Memory Management for Large Language Model Serving with PagedAttention // *Proceedings of the 29th Symposium on Operating Systems Principles (SOSP '23)*. — 2023. — P. 611–626. — DOI: 10.1145/3600006.3613165.

[4] Aminabadi R. Y., Rajbhandari S., Zhang M., Awan A. A., Li C., Li D., Zheng E., Rasley J., Smith S., Ruwase O., He Y. DeepSpeed-Inference: Enabling Efficient Inference of Transformer Models at Unprecedented Scale // *Proceedings of SC22: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis*. — IEEE, 2022. — DOI: 10.1109/SC41404.2022.00051.

[5] Patterson D., Gonzalez J., Le Q., Liang C., Munguia L.-M., Rothchild D., So D., Texier M., Dean J. Carbon Emissions and Large Neural Network Training // *arXiv preprint arXiv:2104.10350*. — 2021.

[6] Samsi S., Zhao D., McDonald J., Li B., Michaleas A., Jones M., Bergeron W., Kepner J., Tiwari D., Gadepally V. From Words to Watts: Benchmarking the Energy Costs of Large Language Model Inference // *2023 IEEE High Performance Extreme Computing Conference (HPEC)*. — IEEE, 2023. — P. 1–9. — DOI: 10.1109/HPEC58863.2023.10363447.

[7] Dettmers T., Pagnoni A., Holtzman A., Zettlemoyer L. QLoRA: Efficient Finetuning of Quantized LLMs // *Advances in Neural Information Processing Systems*. — 2023. — Vol. 36.

[8] Ismayilov E., Mammadova N. Optimizing Deep Learning Model Training with Cyclic Data Parallelism: A Distributed Computing Approach // *Advances in Data Science and Management: Proceedings of ICDSM 2024 / ed. by S. Borah, S. K. Mishra, M. Tuba, A. Mahanti, Z. Polkowski*. — Singapore: Springer, 2026. — Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 1478. — P. 209–216. — DOI: 10.1007/978-981-95-1320-8\_19.

[9] Touvron H., Martin L., Stone K. et al. Llama 2: Open Foundation and Fine-Tuned Chat Models // *arXiv preprint arXiv:2307.09288*. — 2023.

[10] Jiang A. Q., Sablayrolles A., Roux A. et al. Mixtral of Experts // *arXiv preprint arXiv:2401.04088*. — 2024.

# **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:** Abdurahmon Qurbonov

---

## 2026. № 6

---

© 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)