

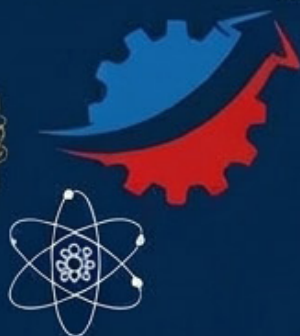
MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

*ijtimoiy-igʻtisodiy, innovatsion texnik,
fan va taʼlimga oid ilmiy-amaliy jurnal*

2026-YIL

SENTYABR / 9-SON, III-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.us/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
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР НАУКИ И ТЕХНИКИ



muhandislik & iqtisodiyot

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

Elektron nashr, 2026-yil, sentyabr.

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 (DSc), 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

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 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
- 05.08.06 – "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

A METHOD FOR INTEGRATING HIGHER EDUCATION INSTITUTION INFORMATION RESOURCES BASED ON MOBILE SOFTWARE.....	9
Shukirillayeva Mexriban	
XIZMAT KO'RSATISH SOHASIDA RAQAMLI PLATFORMALARDAN FOYDALANISHNING IQTISODIY SAMARADORLIGI: BUXORO VILOYATI MISOLIDA	15
Qudratov Bahodir G'aybullaevich	
SCENE ACTIVITY-AWARE CAMERA HEALTH MONITORING FOR STATIONARY CCTV SYSTEMS.....	19
Abdulazizxon Axmedov Ganijon o'g'li	
SUTCHILIK FERMER XO'JALIKLARIDA OZUQA EKINLARI TUZILMASINI CHIZIQLI DASTURLASH ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH VA 2030-YILGACHA SUT HAMDA OZUQA EHTIYOJI PROGNOZI	26
Ibodullayev Doston Sobirjon o'g'li	
RESPUBLIKADA KOMUNAL XO'JALIKLARNI BOSHQARISHNING INSTITUTSIONAL ASOSLARI VA UNING RIVOJLANISH BOSQICHLARI	36
Mardanova Mohidil Otabek qizi	
O'ZBEKISTONDA MAHALLIY BUDJET DAROMADLARINI OSHIRISH MEXANIZMINI TAKOMILLASHTIRISH.....	42
Fayziyev Farrux Abdullaxojayevich	
TUYAMO'YIN O'ZAN SUV OMBORIDAN SUV OLUVCHI O'NG QIRG'OQ MAGISTRAL KANALINING LOYQA BOSISHINING OLDINI OLIH CHORA-TADBIRLARI VA UNING AHAMIYATI	50
Ro'zmetov Xursandbek Hayitboyevich	
BUXORO VILOYATIDA TURISTIK XIZMATLAR BOZORIDA REKREATSIYA OBYEKTLARIDAN FOYDALANISHDA TALABNING O'ZGARISHI TAHLILI.....	57
Urunova Dilobar Baxtiyorovna	
TRANSPORTNING MINTAQALAR IQTISODIYOTI RIVOJLANISHIGA TA'SIRINI BAHOLASH: METODOLOGIYA VA VOSITALARI	64
Omonova Sug'diyona Mamadavidovna	
TURLI SUG'ORISH TARTIBLARINING KUZGI BUG'DOY VA DUKKAKLI EKINLAR HOSILDORLIGI, TUPROQNING MELIORATIV HOLATI HAMDA AGROFIZIKASIGA TA'SIRI (BUXORO VILOYATI MISOLIDA) .	69
Xalilova Ma'mura Ravshanovna	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ ПАРОДИСТИЛЛЯЦИИ	73
Ёдгорова Маъмура Орифовна	
YER UCHASTKALARINING KADASTR QIYMATINI BAHOLASHDA TUPROQ BONITIROVKASI VA GEOAXBOROT TIZIMLARIDAN FOYDALANISH	78
Izatov Elmira Najmidinovich	
РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ 2D-МОК С РАЗВИТОЙ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ.....	83
Рахимов Бекзод, Адизов Бобир, Коракулова Нодира	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA PUTUR YETKAZMASDAN TEKSHIRISH SOHASINI STANDARTLASHTIRISH TIZIMINI ISO/TC 135 XALQARO TEXNIK QO'MITASI STANDARTLARI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH: STQ-28 MILLIY TEXNIK QO'MITASINING ROLI	88
Axmedov G'ayratjon Mahmudjonovich	
FOG-CLOUD HISOBLASH MUHITIDA VAZIFALARNI O'TKAZISH VA RESURLARNI TAQSIMLASHNING ARCHERY PUFFERFISH OPTIMIZATION ALGORITMIGA ASOSLANGAN GIBRID MODEL.....	93
Ulugbek Muxammadjonov	



PV/T HAVO KOLLEKTORI BILAN JIHOZLANGAN QUYOSH QURITGICHIDA POMIDORNI QURITISH KINETIKASINI UCH O'LCHAMLI SONLI MODELASHTIRISH.....	104
Ibragimov Umidjon, Xo'jarova Aziza	
YASHIL MOLIYA VA IQLIM RISKLARI: XALQARO TAJRIBA HAMDA O'ZBEKISTONDA BARQAROR MOLIYALASHTIRISH ISTIQBOLLARI.....	113
Tilabov Nasrulla Tashmurotovich	
TIJORAT BANKLARI FAOLIYATIDA SUG'URTA HIMOYASI MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH: DEPOZIT BAZASI VA KREDIT RISKLARINI TABAQALASHTIRILGAN HOLDA SUG'URTALASH	122
Tog'ayniyazov Shohzodbek	
OLIY TA'LIM MUASSASALARINING RAQAMLI BREND POZITSIYASINI BAHOLASH VA RIVOJLANTIRISH MEXANIZMI.....	130
Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxo'ja qizi	
NEFT-GAZ SOHASI IXTISOSLIK FANLARINI INTEGRATIV O'QITISH ASOSIDA TALABALARNING KASBIY KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI.....	139
Yaminov Feruzjon Fayzullo o'g'li	
SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA KREDIT RISKLARINI BAHOLASH MODELINI ISHLAB CHIQISH	144
Yeldashbayev Ikrombek Maxset o'g'li	
INNOVATSION EKOTIZIMNING IQTISODIY MOHIYATI VA BOSHQARUV USULLARI	149
Turg'unov Behzodbek, Karimov Muzaffar, Maraimova Umida	
ЗЕЛЁНАЯ БУХГАЛТЕРИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ: ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	153
Камолова Феруза Кахрамоновна	
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ГОСУДАРСТВЕННОМ ФИНАНСОВОМ КОНТРОЛЕ: ФИНАНСОВО-ПРАВОВЫЕ РИСК И НАПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	159
Сунатуллаева Нозима Ботир кизи	
RIVOJLANGAN MAMLAKATLAR INVESTITSION SIYOSATI METODOLOGIYALARI VA ULARNI O'ZBEKISTON INVESTITSION SIYOSATIGA TATBIQ QILISH	168
Bekmurodova Gavhar Adham qizi	
SOG'LIQNI SAQLASH BYUDJET DASTURLARI SAMARADORLIGINI INTEGRAL BAHOLASH: DBSI INDEKSI VA AMALIY APROBATSIIYA.....	177
Abdullajonov Umidjon G'ulomjon o'g'li	
KONVERTER CHANGINI KOMPLEKS GIDROMETALLURGIK QAYTA ISHLASHDA VISMUTNI AJRATIB OLISH IMKONIYATLARI.....	183
Eshonqulov Uchqun Xudaynazar o'g'li	
KOMPLEKS SONLAR NAZARIYASINING ASOSIY TUSHUNCHALARI: ALGEBRAIK, TRIGONOMETRIK VA KO'RSATKICHLI SHAKLLAR HAMDA ULARNING KOMPLEKS TAHLILDAGI O'RNI	188
Rayimov Doniyor G'afurovich	
KISLOROD MIQDORI OPTIMAL BO'LGAN Y-123 KUPRATIDA CU-O-CU BOG'I EGILISH BURCHAGINING KRITIK HARORATGA TA'SIRI.....	194
To'rayev Ozodjon G'ayrat o'g'li	
HARAKATLANUVCHI TARKIB AVTOAJRATGICH QURILMALARINI TA'MIRLASH VA TEXNIK NAZORAT QILISH TIZIMI.....	201
Sadikov Sherdil Saibdjanovich	
MASSIVLARNI PUFAKCHA USULIDA TARTIBLASHNING PYTHON DASTURLASH TILIDAGI TALQINI ...	204
Fathiddinov Saidma'ruf Lazizxo'ja o'g'li	
QISHLOQ XO'JALIGI KORXONALARINI MOLIYAVIY QO'LLAB-QUVVATLASHNI BARQAROR RIVOJLANTIRISH.....	209
Sattarov Tulkin Abdixalilovich	
O'ZBEKISTON QURILISH MATERIALLARI SANOATIDA TALAB VA ISHLAB CHIQARISH NOMUTANOSIBLIGINI ERTA ANIQLASH INDIKATORLARI VA STRATEGIK QARORLAR MATRITSASI...	213
Turdiyev Abdullo Sagdullayevich	



MARGANES NANOKLASTERLI KUCHLI KOMPENSATSIYALANGAN KREMNIYDA HARORAT VA ELEKTR MAYDONIGA SEZGIRLIKNING FIZIK MEXANIZMLARI.....	219
Tovarova Shahnoza Dilshot qizi	
O'ZBEKISTONDA XIZMAT KO'RSATISH SOHASINI RIVOJLANTIRISHNING STRATEGIK YO'NALISHLARI VA ISTIQBOLLARI	223
Normurodov U.N.	
FARG'ONA VODIYSI LOGISTIKA MARKAZLARI O'RTASIDA YUK OQIMLARINI GEOAXBOROT TIZIMI ASOSIDA RATSIONAL TAQSIMLASH VA QAYTA ISHLASH QUUVATIDAN FOYDALANISHNI OPTIMALLASHTIRISH	229
Zohidov Muhiddin, Jumayev Sherzod	
INFLUENCE OF THE AMOUNT OF FILLER DERIVED FROM INDUSTRIAL WASTE ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS	237
Rustamov Mirshokhid, Umida Ziyamukhamedova, Elbek Turgunaliyev, Akhrorbek Soliev, Mirjalol Abdulakimov, Shokhjakhon Abdurakhimov	
BANK FAOLIYATIDA MOLIYAVIY TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH VA RIVOJLANTIRISH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	243
Rajabova Umida Umurzoqovna	
RIVOJLANGAN MAMLAKATLAR INVESTITSION SIYOSATI METODOLOGIYALARI VA ULARNI O'ZBEKISTON INVESTITSION SIYOSATIGA TATBIQ QILISH	251
Bekmurodova Gavhar Adham qizi	
ELEKTRON TIJORATDA TOVAR BELGILARIDAN FOYDALANISHNI HUQUQIY TARTIBGA SOLISH MUAMMOLARI VA TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI.....	260
Ermetova Shoir Xasanovna	
O'ZBEKISTON QISHLOQ XO'JALIGIDA IQTISODIY O'SISH SIFATINI BAHOLASH: BARQARORLIK, HUDUDIY TAFOVUT VA TARKIBIY MUTANOSIBLIK.....	264
Muxamedov Sanjar Husnutdin o'g'li	
ЗНАЧИМОСТЬ ПЕРЕХОДА К КОМПЕТЕНТНОСТНОМУ ПОДХОДУ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ .	275
Камилова Наргиза Абдукахоровна	
THE APPLICATION OF MARKETING STRATEGIES IN HOTELS AND BRAND POLICY: IMPLEMENTATION GAPS, CHANNEL DEPENDENCE AND THE NET VALUE OF BRAND AFFILIATION	281
Ergashev Oybek Mamarasul o'g'li	
TIJORAT BANKLARINING INVESTITSIYA PORTFELLARIDA QIMMATLI QOG'OZLAR BOZORINI TAKOMILLASHTIRISH.....	290
Maxametov Saitdjalolxon Azamovich	
QISHLOQ XO'JALIGIDA MARKETING VA LOGISTIKA TIZIMLARI INTEGRATSIYASINING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI HAMDA SAMARADORLIGINI BAHOLASH METODIKASI.....	297
Djurayev Bekzod Bekmatovich	
PISTA (PISTACIA VERA L.) PO'CHOG'IDAN BIOLOGIK FAOL FENOLIK BIRIKMALARNI EKSTRAKSIYA QILISH VA ULARNING ANTIOKSIDANT FAOLLIGINI TADQIQ ETISH.....	304
Umarova Gullola	
FOSFAT KISLOTA ERITMALARINI DESULFATIZATSIYA QILISH JARAYONLARINI TADQIQ ETISH VA ULARNI YUQORI KONSENTRATSIYALI MINERAL TUZLARGA QAYTA ISHLASH	308
Xalikulova Gulnora Ibodullaevna, Turdialieva Shakhzoda Ismatullaevna	
TEMIR YO'L SANOAT KORXONALARI IQTISODIY SAMARADORLIGINI KOMPLEKS BAHOLASHNING METODIK YONDASHUVLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	313
Bekmurodov Ulug'bek Bahrom o'g'li	
RAQAMLI TRANSFORMATSIYANING TIJORAT BANKLARI MOLIYAVIY SAMARADORLIGIGA TA'SIRINI EKONOMETRIK BAHOLASH.....	319
Berdiyev Nodir Raxmatovich	



A MECHANISM BASED FRAMEWORK FOR SELECTING ACOUSTIC STIMULATION REGIMES IN CLOGGED URANIUM IN SITU LEACHING WELLS.....	325
Mekhmonov Maksud Rabbonokul ugli	
CHODAK KONI TEXNOGEN CHIQINDILARINI QAYTA ISHLASH VA QIMMATLI KOMPONENTLARNI AJRATIB OLIH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH.....	333
Jo'rayev Ulug'bek, Raxmatov Erkin	
O'ZBEKISTONDA UGLEROD NARXLASH MEXANIZMLARINI JORIY ETISH: CBAM SHAROITIDA SANOAT EKSPORTINING RAQOBATBARDOSHLIGINI TA'MINLASH YO'LLARI.....	339
Abbosbek Jurayev	
JIN MASHINASIDAGI MUAMMOLAR VA ULARNI BARTARAF ETISHNING MUHANDISLIK YECHIMLARI.....	346
Dadajanov Arafatali Komiljanovich	
AMUDARYO LOYQASI SHAROITIDA NASOS STANSIYASINING TEXNIK SUV BILAN TA'MINLASH TIZIMI ISHONCHLILIGINI OSHIRISH: QUYIMOZOR YORDAMCHI NASOS STANSIYASI MISOLIDA.....	351
Ramazonov Akbarjon Ilhom o'g'li	
BANK FAOLIYATIDA MOLIVAVIY TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH VA RIVOJLANTIRISH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	357
Rajabova Umida Umurzoqovna	
TOPINAMBUR ILDIZMEVASINING NAMLIGI YUQORI BO'LGAN HOLATIDA TARKIBIDAGI SUYUQLIKNI AJRATISH USHLUBLARINI ISHLAB CHIQISH.....	365
Beshimov Murodjon, Barakayev Nusratilla	
HUDUDLARDA TADBIRKORLIK SEKTORI TARKIBIY RIVOJLANISHINI AHP ENTROPIYA TOPSIS MODEL ASOSIDA BAHOLASH.....	370
Xaitova Rushana O'ktamovna	
TIJORAT BANKLARI MOLIVAVIY BARQARORLIGINI TA'MINLASH VA MUSTAHKAMLASHNING KOMPLEKS MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	374
Saidov Doniyor Abdullayevich	
MANAGING CUSTOMER RESPONSE IN DIGITAL MARKETING COMMUNICATIONS: A RESPONSE-BASED METHODOLOGY FOR COMMUNICATION DECISION-MAKING.....	382
Hojiyeva Iroda Avezovna	
NAMANGAN VILOYATIDA YENGIL SANOATNI KLASSTERLASHUV VA INNOVATSION RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI.....	386
Fuzaylov Sarvar Abdusamatovich	
BANK MAHSULOTLARI VA XIZMATLARINI INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA FAOLIYATINI TAKOMILLASHTIRISH.....	391
Maxkamov Baxtiyor, To'rayev Shavkat, Berdiboyev Oltinboy	
BANK TIZIMIDA ESG OMILLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASI.....	398
Xoliyorov Murod Qahramon o'g'li	
TIJORAT BANKLARIDA BUXGALTERIYA HISOB MA'LUMOTLARINING MOLIVAVIY HISOBOTDA AKS ETTIRILISHINI TAKOMILLASHTIRISH.....	406
Mardanov Zafar Xurramovich	
TIJORAT BANKLARNING PASSIV VA AKTIV OPERATSIYALARI BO'YICHA FOIZ SIYOSATINI TAKOMILLASHTIRISH ISTIQBOLLARI.....	412
Orifova Dilnoza Obid qizi	
НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНКЛЮЗИВНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА.....	420
Холбаев Нодирбек Баходирович	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASINING EKSPORT SALOHIYATINI OSHIRISH: MUAMMOLAR VA USTUVOR YO'NALISHLAR.....	426
Nusratova Charos, Urinov Bobur	



O'ZBEKISTONDA KIMYO SANOATINI RIVOJLANTIRISHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI	431
Xotamov Ibodullo, Ismatulloyeva Madinabonu	
ASSESSMENT OF THE IMPACT OF TOURISM RESOURCE UTILIZATION ON SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT: EVIDENCE FROM UZBEKISTAN	438
Toshkhujayev Mustafokhon Abduvosi ugli	
MEHMONXONA BIZNESIDA ONLAYN BRONLASH TIZIMLARINING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI.	442
Namozov Shahzod Maxmud o'g'li	
MARKAZDAN QOCHMA NASOS ISHCHI G'ILDIRAGINING TURBULENT CHEGARA QATLAMINI SFERIK CHUQURCHALAR YORDAMIDA PASSIV BOSHQARISHNING MATEMATIK MODEL.....	447
Qurbonov Oybek Muhammadqulovich	



UO'K: 621.671.22:532.517

MARKAZDAN QOCHMA NASOS ISHCHI G'ILDIRAGINING TURBULENT CHEGARA QATLAMINI SFERIK CHUQURCHALAR YORDAMIDA PASSIV BOSHQARISHNING MATEMATIK MODELI

Qurbonov Oybek Muhammadqulovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti, PhD, dotsent

Email: Agent7001.oq@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi diskidagi ishqalanish yo'qotishlarini sferik sirtqi chuqurchalar yordamida kamaytirishning analitik matematik modeli ishlab chiqilgan. Tadqiqotda turbulent chegara qatlamining xususiyatlari, chuqurchalarning nisbiy chuqurligi, qoplash ulushi va Reynolds sonining o'zaro bog'liqligi tahlil qilingan. Model asosida chuqurchalar uchun 0,75–2,20 mm joiz chuqurlik oralig'i aniqlangan. Eksperimental natijalar nasos foydali ish koeffitsiyenti 0,70 foiz punktiga oshganini ko'rsatgan.

Kalit so'zlar: markazdan qochma nasos, ishchi g'ildirak, diskli ishqalanish, sirtni teksturalash, sferik chuqurcha, qisilgan uyurma, turbulent chegara qatlami, moment koeffitsiyenti, F.I.K.ni oshirish.

Аннотация: В статье разработана аналитическая математическая модель снижения потерь на трение диска рабочего колеса центробежного насоса с использованием сферических поверхностных углублений. В исследовании проанализирована взаимосвязь характеристик турбулентного пограничного слоя, относительной глубины углублений, доли покрытия поверхности и числа Рейнольдса. На основе модели определён допустимый диапазон глубины углублений 0,75–2,20 мм. Экспериментальная проверка показала повышение коэффициента полезного действия насоса на 0,70 процентного пункта.

Ключевые слова: центробежный насос, рабочее колесо, дисковое трение, текстурирование поверхности, сферические углубление, сжатый вихрь, турбулентный пограничный слой, коэффициент момента, повышение КПД.

Abstract: This article develops an analytical mathematical model for reducing friction losses on the impeller disk of a centrifugal pump using spherical surface dimples. The study examines the relationship between turbulent boundary-layer characteristics, relative dimple depth, surface coverage ratio, and Reynolds number. Based on the model, an allowable dimple-depth range of 0.75–2.20 mm was determined. Experimental verification demonstrated an increase in the pump efficiency of 0.70 percentage points, confirming the practical potential of surface texturing.

Keywords: centrifugal pump, impeller, disc friction, surface texturing, spherical dimple, confined vortex, turbulent boundary layer, torque coefficient, efficiency enhancement.

KIRISH

Markazdan qochma nasosda valning mexanik quvvati gidravlik quvvatga prinsipial jihatdan to'liq aylanmaydi. Keltirilayotgan energiyaning bir qismi ishchi g'ildirak kanallaridagi gidravlik yo'qotishlar, zichlagich tirqishlari orqali retsirkulyatsiya tufayli yuzaga keladigan hajmiy yo'qotishlar, podshipniklar va zichlagichlardagi mexanik yo'qotishlar, shuningdek, g'ildirakning aylanuvchi tashqi sirtlaridagi qovushqoq siljish oqibatida vujudga keladigan diskli ishqalanish yo'qotishlari hisobiga tarqalib ketadi.

Ochiq ishchi g'ildirakli kam sarfli nasoslar uchun diskli ishqalanishning hissasi nomutanosib darajada katta bo'ladi [1]. Tadqiq etilayotgan mashina uchun ish mexanizmiga uzatiladigan val quvvatining taxminan 355,7 Vattidan atigi 167,39 Vatti foydali gidravlik quvvatga aylanadi, diskli ishqalanishning hisob-kitobdagi quvvati esa taxminan 6,8 Vattni tashkil etadi. Bu miqdor, garchi mutlaq qiymatda kam bo'lsa-da, val quvvatining taxminan 2 foizini tashkil qiladi va o'z darajasi bo'yicha butun foydali gidravlik quvvat bilan qiyoslanadigan darajadadir. Shu sababli, diskli ishqalanishning har qanday kamayishi gidravlik FIKni bevosita oshiradi, g'ildirakning orqa qobig'i va

kuraklarning bosimli yuzalari esa oqimni passiv boshqarish uchun jozibador obyektlarga aylanadi [2].

Sirtni teksturalash — ya'ni, unga sayoz, alohida joylashgan sferik chuqurchalar tushirish — devoroldi turbulent strukturasini tashqi energiya sarflamasdan o'zgartirishning passiv mexanizmidir [3]. Muayyan sharoitlarda har bir chuqurchada turg'un aylanma uyurma saqlanib qoladi; tashqi oqim qo'zg'almas devorga siqilish o'rniga, sekin aylanayotgan suyuqlik jismi ustidan g'ildirab o'tadi (suyuq rolikli podshipnik samarasi), bu esa qattiq sirtida tezlik gradientini kamaytiradi va siljish kuchlanishini pasaytiradi.

Foydali rejim ancha shartlidir: o'ta sayoz chuqurcha qovushqoq ostqatlamda joylashgani uchun tartibli uyurma hosil qilmaydi; o'ta chuquri esa g'adir-budurlik elementi sifatida namoyon bo'lib, shakl qarshiligini oshiradi [4]. Uyurmalarini barqaror ushlab turishning cheklangan darchasi mavjud bo'lib, uning o'rni ixtiyoriy geometrik tanlov bilan emas, balki chegara qatlami va bo'shliqning o'zaro ta'siri dinamikasi bilan belgilanadi. Ilmiy muammo shundan iboratki, chuqurchalarning geometrik parametrlarini o'zboshimchalik bilan belgilab bo'lmaydi: h chuqurlik suyuqlik dinamikasining o'zidan kelib chiqishi kerak. Ishning maqsadi – g'ildirakning ishchi parametrlari va suyuqlik xossalriga asosan chuqurchalar uchun ruxsat etilgan chuqurlik oralig'ini aniqlaydigan hamda diskning ishqalanish momenti pasayishini bashorat qiladigan analitik matematik modelni yaratishdir. Vazifalar: disk va parrakdagi chegara qatlami qalinligi hamda ishqalanish tezligi uchun ifodalarni keltirib chiqarish; uyurmaning qamrab olinishi va barqarorligi mezonlarini ta'riflash; o'zgartirilgan moment koeffitsiyenti uchun soddalashtirilgan modelni tuzish va aniq bir g'ildirak uchun geometriya tanlovini asoslab berish.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Markazdan qochma nasoslarda energiya uzatish jarayonida mexanik va gidravlik yo'qotishlarni kamaytirish nasosning umumiy foydali ish koeffitsiyentini oshirishning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu masalani tadqiq etishda aylanuvchi disklar atrofidagi suyuqlik harakati, turbulent chegara qatlamining shakllanishi va devor yaqinidagi ishqalanish kuchlanishlarini aniqlash alohida ahamiyatga ega. Aylanuvchi disklar oqimini nazariy jihatdan o'rganishning asosiy poydevorlaridan biri fon Karmanning avtomodel yechimiga borib taqaladi. Theodore von Kármán 1921-yilda aylanuvchi disk yaqinidagi oqim uchun o'z-o'ziga o'xshash yechimni ishlab chiqib, disk bilan suyuqlik o'rtasidagi impuls almashinuvini tavsiflashning fundamental asoslarini yaratgan. Ushbu yondashuv keyinchalik aylanuvchi disklar atrofidagi turbulent oqimlarni hisoblashda keng qo'llanilgan.

Aylanuvchi disklar orasidagi oqimning xususiyatlari Daily va Nece tomonidan batafsil eksperimental tadqiq etilgan. Daily va Nece 1960-yilda aylanuvchi va qo'zg'almas disklar orasidagi suyuqlik harakatini o'rganib, oqim rejimi, disklar orasidagi masofa hamda aylanish tezligining moment va ishqalanish xususiyatlariga ta'sirini ko'rsatgan. Mazkur tadqiqotlar aylanuvchi diskning mexanik yo'qotishlarini baholashda muhim tajribaviy asos bo'lib xizmat qiladi. Ayniqsa, ushbu ishda aylanish tezligi va oqim strukturasining diskka ta'sir etuvchi ishqalanish momenti bilan bog'liqligi keyingi nazariy va eksperimental tadqiqotlar uchun asos yaratgan.

Sirt mikrogeometriyasidan foydalanib ishqalanish qarshiligini kamaytirish masalasi keyingi tadqiqotlarda ham keng o'rganilgan. Choi, Moin va Kim 1993-yilda turbulent oqimning mikrostrukturali yuzalar ustidan harakatini to'g'ridan-to'g'ri sonli modellashdirish orqali sirt geometriyasining devor yaqinidagi turbulent tuzilmalarga ta'sirini tadqiq etgan. Ularning tadqiqotlari sirt geometriyasini nazorat qilish orqali turbulent oqimning devor bilan o'zaro ta'sirini o'zgartirish va natijada ishqalanish qarshiligini kamaytirish mumkinligini ko'rsatgan. Ushbu yondashuv maqolada taklif etilayotgan sferik chuqurchalar orqali chegara qatlamining xususiyatlarini o'zgartirish g'oyasi bilan metodologik jihatdan bog'liq.

Bundan tashqari, turbulent oqimlarda devor yaqinidagi sirpanish shartini shakllantirish orqali ishqalanish qarshiligini kamaytirish imkoniyati ham tadqiq qilingan. Daniello, Waterhouse va Rothstein 2009-yilda mikrostrukturali va gidrofob xususiyatga ega yuzalarda turbulent oqimning qarshilik xususiyatlarini o'rganib, devor yaqinidagi samarali sirpanish turbulent ishqalanishni kamaytirishi mumkinligini ko'rsatgan. Ushbu natijalar maqoladagi sferik chuqurchalarda ushlanib qolgan suyuqlik hajmi hisobiga samarali sirpanish sharti yuzaga kelishi haqidagi yondashuv bilan ma'lum darajada bog'liq. Biroq gidrofob yuzalar va mexanik teksturalangan sirtlarning fizik mexanizmlari bir xil emasligi sababli, mazkur natijalarni bevosita tenglashtirish emas, balki umumiy gidrodinamik prinsip sifatida ko'rib chiqish maqsadga muvofiq.

Nasoslarning ichki gidravlik va mexanik yo'qotishlarini baholash bo'yicha Gülichning ishlari ham ushbu tadqiqot uchun muhim nazariy manba hisoblanadi. Johann Friedrich Gülich "Centrifugal Pumps" asarida markazdan qochma nasoslarda gidravlik, hajmiy va mexanik yo'qotishlarning shakllanish mexanizmlarini tizimli ravishda bayon qilgan. Muallif ishchi g'ildirak, disklar, zichlagichlar va boshqa konstruktiv elementlarda yuzaga keladigan yo'qotishlarni nasosning umumiy energetik samaradorligi bilan bog'laydi. Shu sababli disk ishqalanishini kamaytirishga qaratilgan sirt teksturalash texnologiyasi nasosning umumiy energetik samaradorligini oshirishning alohida yo'nalishi sifatida qaralishi mumkin.



TADQIQOT METODOLOGIYASI

Modellashtirish obyekti — markazdan qochma nasosning ishchi g'ildiragi bo'lib, uning orqa qobig'i va kuraklarining bosimli yuzalari to'liq rivojlangan turbulent chegara qatlami bilan oqib o'tadi. Aylanuvchi disk yaqinidagi suyuqlik harakati, disk $z = 0$ tekisligida doimiy ω burchak tezlik bilan aylanayotganda, siqilmas Nave-Stoks tenglamalari yordamida silindrik koordinatalar tizimida (r, θ, z) tavsiflanadi. Fon Karmanning avtomodel yechimi va uning Kokran bo'yicha turbulent aniqlashtirilishi [5], shuningdek, tezlik profilini yettidan bir daraja qonuni bilan yaqinlashtiruvchi impulsning integral usulidan foydalaniladi.

Modelning mustaqil o'zgaruvchisi — chuqurcha chuqurligi h ; boshqariladigan loyiha parametrlari — radius a , qadam s , qoplama ulushi φ va shakl koeffitsiyenti $\xi = h/a$. Bog'liq kattaliklar — chegara qatlam qalinligi δ , ishqalanish tezligi u_t , sirpanish koeffitsiyenti κ va momentning nisbiy koeffitsiyenti $CM/CM,0$. Doimiy parametrlar — ω, R, ν, ρ .

Asosiy taxminlar: chegara qatlam to'liq turbulent; azimutal tezlik profili yettidan bir daraja qonuniga bo'ysunadi; chuqurchalar ta'siri dastlabki yuza tekisligidagi qisman sirpanishning bir jinsli shartiga keltiriladi; ushlab turilgan uyurma Burgers-Rottning chegaralangan yechimi bilan tavsiflanadi [6]; qo'shni chuqurchalardagi uyurmalar o'zaro mustaqil deb hisoblanadi. Cheklovlar: qamrab olish oynasining chegaralari va kovakning kritik Reynolds soni adabiyotlardagi ma'lumotlarni umumlashtirish asosida qabul qilingan va kovak shakliga kuchsiz bog'liq; model yagona qiymatni emas, balki ruxsat etilgan chuqurliklar oralig'ini beradi.

Turbulent rejimdagi silliq aylanuvchi disk uchun moment koeffitsiyenti Karman-Kokran yechimi bilan aniqlanadi [5]:

$$C_{M,0} = \frac{0.146}{Re_{\omega}^{0.2}} \quad (1)$$

bunda aylanma Reynolds soni:

$$Re_{\omega} = \frac{\omega R^2}{\nu} \quad (2)$$

bunda ω — burchak tezligi, rad/s; R — diskning tashqi radiusi, m; ν — kinematik yopishqoqlik, m^2/s . Diskdagi turbulent chegara qatlamining qalinligi (impuls integrali, yettidan bir daraja profili):

$$\delta(r) = 0.526 r Re_{\omega}(r)^{-1/5} \quad (3)$$

Kurakchanning bosim tomonidagi chegara qatlami vatar uzunligi L bo'lgan yassi plastina qatlami bilan approksimatsiyalanadi:

$$\delta(L) = 0.37 L Re_L^{-1/5} \quad (4)$$

bunda L — kurakcha vatarining uzunligi, m; $Re_L = U_{\infty} L / \nu$; U_{∞} — erkin oqim tezligi, m/s.

Birinci zaruriy shart — chuqurlikning chegara qatlami qalinligi bilan mosligi (nisbiy chuqurlik); uyurmaning barqaror ushlanishi oraliq diapazonda amalga oshiriladi:

$$\zeta = \frac{h}{\delta}, \quad 0.5 \leq \zeta \leq 2.0 \quad (5)$$

Ikkinchi shart — bo'shliqning Reynolds soni bo'yicha uyurmaning dinamik barqarorligi ($D = 2a$):

$$Re_h = \frac{U_{\infty} D}{\nu} \geq Re_{h,crit} \approx 10^4 \quad (6)$$

bunda h — chuqurchaning chuqurligi;

δ — chegara qatlami qalinligi;

$D = 2a$ — sferik chuqurcha kirish qismidagi diametri;

$Re_{h,crit} \approx 10^4$ — bo'shliqning kritik Reynolds soni.

Ikkala tengsizlik ham chegaralangan Burgers-Rott uyurmasining asimptotik masshtablanishidan kelib chiqadi [6]: uyurma yadrosi bo'shliq diametrining taxminan 10 % ini egallaydi, bu esa modelning qo'llaniluvchanligini va $Re_h > 10^4$ chegarasini asoslaydi. Ushlab turilgan uyurma chuqurcha kirish qismi tekisligida samarali sirpanish tezligini hosil qiladi:

$$U_{sirp}(r) = \kappa(\xi) \varphi \omega r \quad (7)$$

Sirpanish ko'effitsiyenti κ bo'shliq shakliga va Reynolds soniga bog'liq; fenomenologik model:

$$\kappa(\xi) = \kappa_{max} \cdot \tanh\left(\frac{\xi}{\xi_0}\right) \cdot (1 - e^{-Re_h/Re_0}) \quad (8)$$

bunda $\kappa_{max} \approx 0,55$; $\xi_0 \approx 0,4$; $Re_0 \approx 10^4$; φ — qoplash ulushi.

Sirpanish shartini disk impulsining integral tenglamasiga qo'yish va uni integrallash teksturali hamda silliq sirtlar momentlari ko'effitsiyentlari nisbati uchun yopiq ifodani beradi — bu modelning asosiy natijasidir:

$$\frac{C_M}{C_{M,0}} = (1 - \kappa\varphi)^8 \left(1 + \frac{2}{7}\kappa\varphi\right) \quad (9)$$

argumentning kichik qiymatlarida chiziqli yaqinlashish o'rinli bo'ladi:

$$\frac{C_M}{C_{M,0}} \approx 1 - \frac{54}{7}\kappa\varphi \quad (10)$$

Yarim sferik chuqurcha ($h = a$) uchun qamrash va barqarorlik mezonlarini birgalikda qo'llash ruxsat etilgan chuqurliklar oralig'ini belgilaydi:

$$\zeta_{min}\delta(r) \leq h \leq \zeta_{max}\delta(r) \quad (11)$$

A_{surf} yuzadagi a radiusli N ta chuqurcha bilan qoplanganlik ulushi:

$$\varphi = \frac{N\pi a^2}{A_{surf}} \quad (12)$$

Boshqa yo'qotishlar o'zgarmas bo'lgan holda nasos FIKning disk ishqalanishi quvvati pasayishiga sezgirligi:

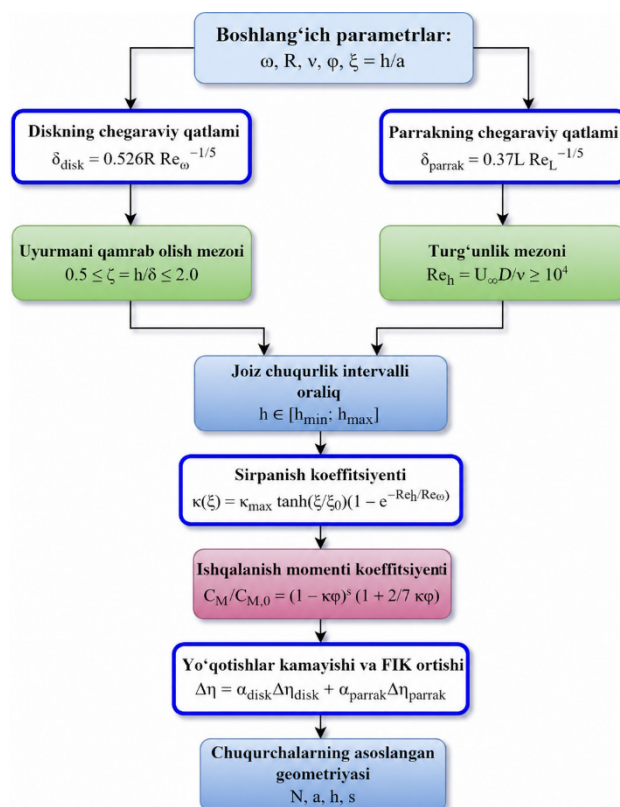
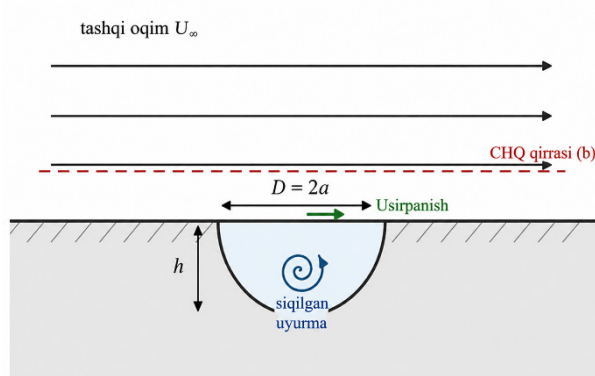
$$\frac{\partial \eta_p}{\partial P_{disk}} = -\frac{\eta_p^2}{P_h} \quad (13)$$

bunda η_p — nasosning FIK; P_h — foydali gidravlik quvvat, Vt ; P_{disk} — disk ishqalanishi quvvati, Vt .

Nisbiy moment ko'effitsiyentini chuqurchalarning konstruktiv parametrlari (φ va ξ orqali N , a , h) bilan bevosita bog'lovchi umumlashgan loyihaviy bog'lanishi:

$$\frac{C_M}{C_{M0}} = \left[1 - k_{max} \tanh\left(\frac{h/a}{\xi_0}\right) \left(1 - e^{-\frac{U_{\infty} 2a}{v Re_0}}\right) \cdot \frac{N\pi a^2}{A_{\text{ТЕКСТ}}}\right]^8 \left[1 + \frac{2}{7} k_{max} \tanh\left(\frac{h/a}{\xi_0}\right) \left(1 - e^{-\frac{U_{\infty} 2a}{v Re_0}}\right) \cdot \frac{N\pi a^2}{A_{\text{ТЕКСТ}}}\right] \quad (14)$$

Model mantig'i — dastlabki parametrlardan chegara qatlam masshtablari va ikkita mezon orqali ruxsat etilgan chuqurliklar oralig'i hamda ishqalanish pasayishi prognoziga bo'lgan jarayon 1-rasmda, siqilgan uyurmaning fizikaviy mexanizmi esa 2-rasmda keltirilgan (1,2-rasmlar).

1-rasm. Sirtqi chuqurchalar geometriyasining matematik modelning tarkibiy blok-sxeması¹2-rasm. Sferik chuqurchadagi siqilgan uyurma va samarali sirpanish mexanizmi sxeması²

TAHLIL VA NATIJALAR

1-jadval

Nasosning ishchi parametrlari va suyuqlik xossalari³

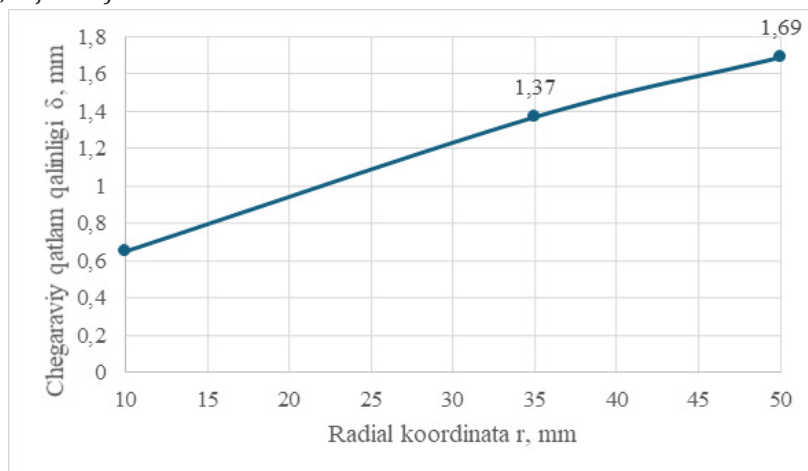
Parametr	Qiyamati	O'lch. birl.
Aylanishlar chastotasi, n	3450	ayl/daqqa
Burchak tezligi, ω	361,28	rad/s
G'ildirakning tashqi radiusi, R	50	mm
Kinematik qovushqoqlik, ν	1,0·10 ⁻⁶	m ² /s
Suyuqlik zichligi, ρ	998	kg/m ³
Reynolds soni, Re _ω	9,03·10 ⁵	—
Val quvvati, P _s	355,7	Vt
Foydali gidravlik quvvat, P _h	167,39	Vt
Diskli ishqalanish quvvati, P _{disk}	≈ 6,8	Vt

1 Manba: Muallif ishlanmasi.

2 Manba: Muallif ishlanmasi.

3 Manba: Muallif ishlanmasi.

Reynolds soni $Re_\omega = 9,03 \cdot 10^5$ o'tishning kritik qiymatidan ($\approx 3 \cdot 10^5$) ancha yuqori, bu esa rejimning to'liq turbulent ekanligini tasdiqlaydi. Orqa diskdagi chegara qatlamining qalinligi radius bo'yicha $\sim 0,64$ mm dan periferiyada 1,69 mm gacha ortadi (3-rasm); $r = 0,7R$ da u 1,37 mm ni tashkil etadi. Kurakcha uchun $L = 35$ mm va $U_\infty \approx 12,65$ m/s bo'lganda δ kurakcha $\approx 0,96$ mm; bosim gradatsiyasini hisobga olgan holda, reprezentativ qiymat sifatida 1,1 mm qabul qilingan (3-rasm; 2-jadval).



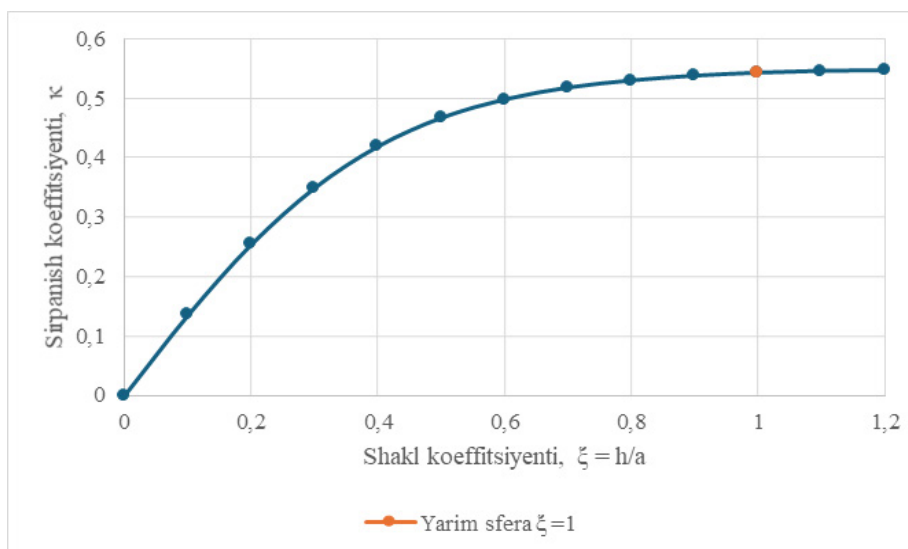
3-rasm. Orqa diskdagi turbulent chegara qatlam qalinligining radiusga bog'liqligi ($\delta_{\text{disk}}(r) = 0.526 R Re_\omega(r)^{1/5}$)⁴

2-jadval

Chegara qatlamining hisobiy xarakteristikalarini va lokal tezliklar⁵

Yuza / radius	δ , mm	U_∞ , m/s	Oqim bo'yicha Re
Orqa disk, $r = R$ (qirra)	1,69	18,06	$9,03 \cdot 10^5$
Orqa disk, $r = 0,7R$	1,37	12,65	$4,43 \cdot 10^5$
Kurakchani bosim tarafi	1,1	12,65	$4,43 \cdot 10^5$

Sirpanish ko'effitsiyenti $\kappa(\xi)$ shakl ko'effitsiyenti bilan bir maromda o'sadi va to'yinishga erishadi; yarimsferik chuqur uchun ($\xi = 1$) $\kappa \approx 0,55$ deb qabul qilinadi. Nisbiy moment ko'effitsiyentining $\kappa\varphi$ ga asosiy bog'liqligi 5-rasmda ko'rsatilgan: ishchi nuqta $\kappa\varphi = 0,268$ bo'lganda, model CM/CM,0 $\approx 0,089$ qiymatni beradi (4, 5-rasm).

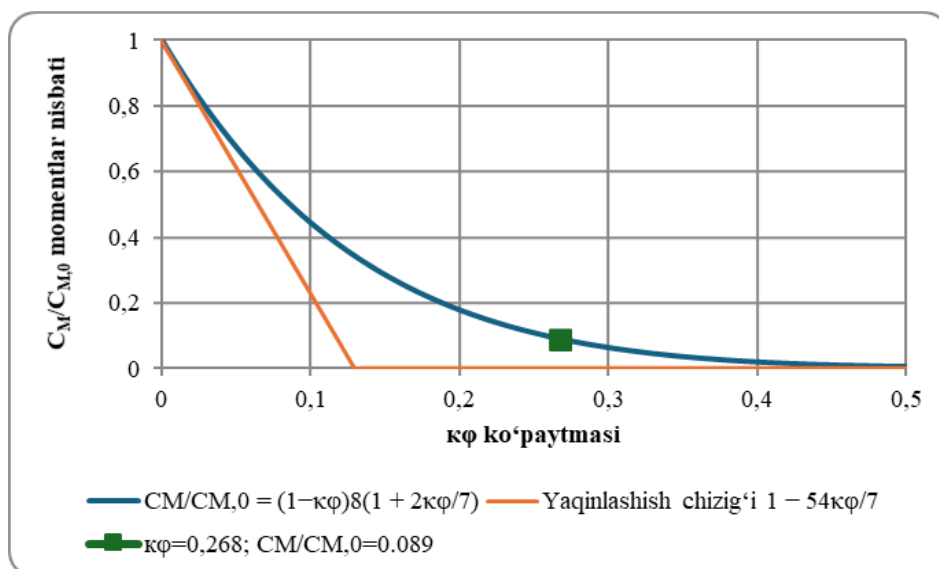


4-rasm. Sirpanish ko'effitsiyenti κ ning chuqur shakli ko'effitsiyenti $\xi = h/a$ ga bog'liqligi ($\kappa(\xi) = k_{\max} \tanh(\xi/\xi_0)$)⁶

4 Manba: Muallif ishlanmasi.

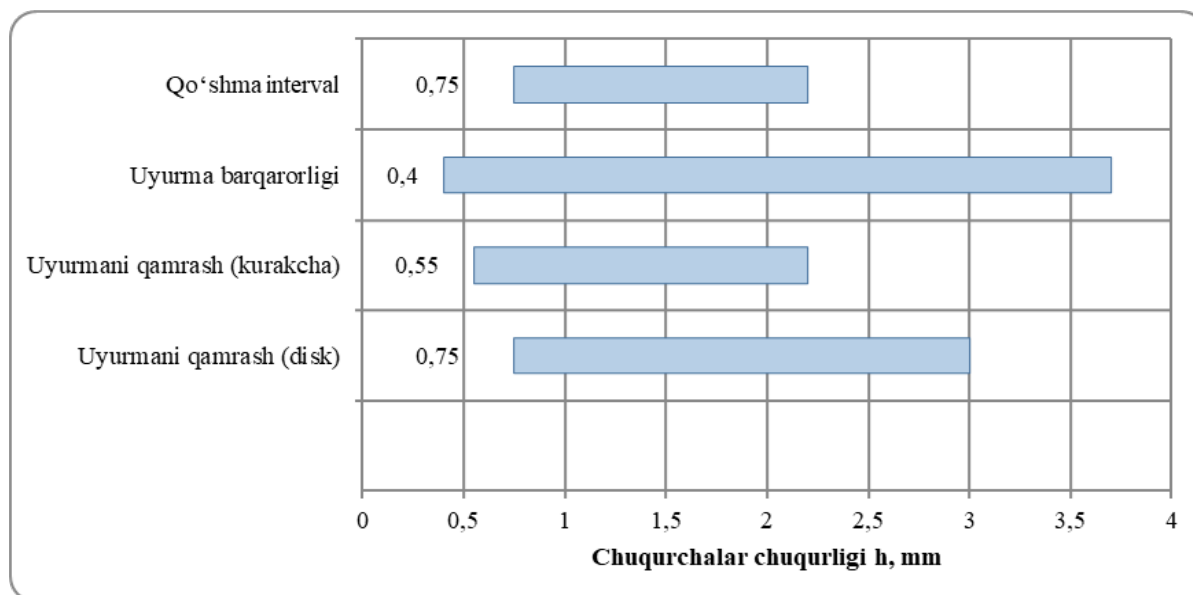
5 Manba: Muallif ishlanmasi.

6 Manba: Muallif ishlanmasi.



5-rasm. Disk ishqalanish momenti nisbiy koeffitsiyentining $\kappa\phi$ ko'paytmasi funksiyasi sifatidagi bog'liqligi⁷

Mezonlarning kesishuvi chuqurlikning joiz oraliqlarini belgilab beradi. Qamrab olish sharti disk uchun $h \in [0,75; 3,00]$ mm, kurakcha uchun $h \in [0,55; 2,20]$ mm oraliq'ini beradi; barqarorlik sharti esa faqat quyi chegarani ($\sim 0,40$ mm) belgilaydi. Yagona geometriya uchun birlashtirilgan oraliq $h \in [0,75; 2,20]$ mm ni tashkil etadi (6-rasm; 3-jadval).



6-rasm. Qamrab olish va uyurma barqarorligi mezonlari bo'yicha chuqurlikning mumkin bo'lgan oraliqlari ($h=1,5$ mm tanlangan)⁸

3-jadval

Chuqurchalarning tanlangan geometriyasi va model mezonlarining tekshiruvi⁹

Parametr / shart	Qiymat	Holat
Chuqurchalar soni, N	80	—
Sferik chuqurcha kirish qismidagi diametri, a	1,5 mm	—
Chuqurlik, h (yarimsfera, $\xi = 1$)	1,5 mm	—
Markazlar orasidagi qadam, s	4,89 mm	—

⁷ Manba: Muallif ishlanmasi.

⁸ Manba: Muallif ishlanmasi.

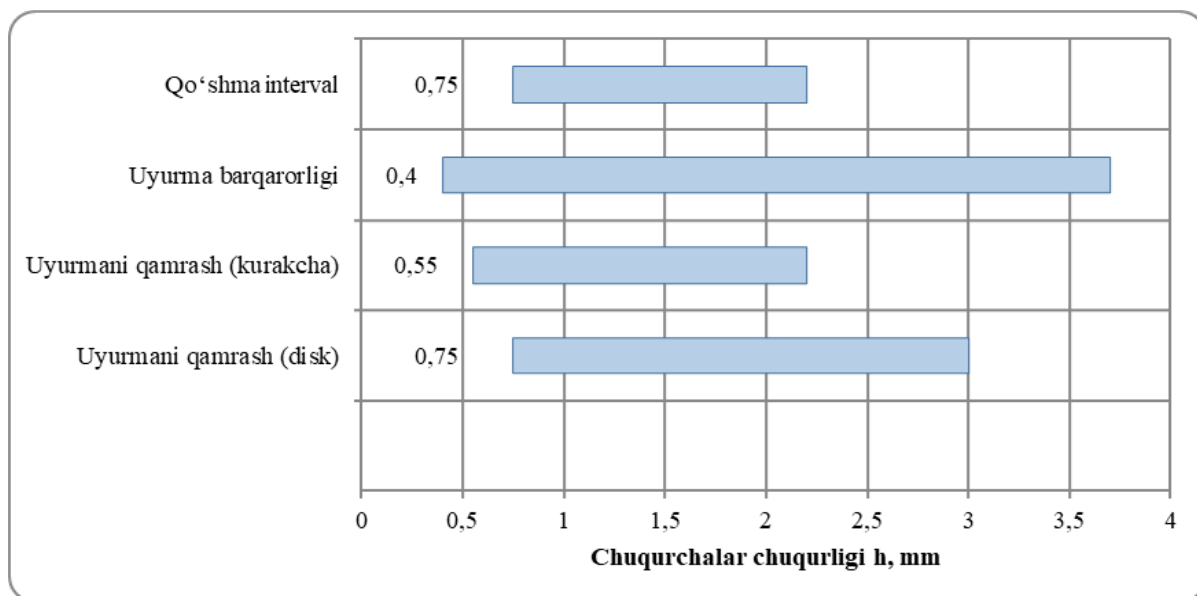
⁹ Manba: Muallif ishlanmasi.

Qoplanish ulushi, $\varphi = N\pi a^2/A_{sirt}$	0,487 (48,7 %)	me'yorda 30–60 %
Nisbiy chuqurlik, ζ_{disk}	1,09	$0,5 \leq \zeta \leq 2,0$
Nisbiy chuqurlik, $\zeta_{kurakcha}$	1,36	$0,5 \leq \zeta \leq 2,0$
Kovakning Reynolds soni, Re_h	$3,80 \cdot 10^4$	$\geq 10^4$ ($\times 3,8$)
Qirralar orasidagi tirqish, $\Delta = s - D$	1,89 mm	$s > D$ (ustma-ust tushmaydi)
$\kappa\varphi = 0,268$ bo'lganda $C_M/C_{M,0}$ ning bahosi	$\approx 0,089$	momentning $\sim 91\%^*$ pasayishi

Ushbu qiymat yuqori qoplanish ulushida (48,7 %) mustaqil uyurmalar va bir tekis sirpanish ideallashtirilishiga mos keladi; qo'shni bo'shliqlarning o'zaro ta'sirini hisobga olganda, haqiqiy pasayish sezilarli darajada bo'lsa-da, kutilganidan kamroq bo'lishi taxmin qilinadi. Tanlangan geometriya uchun modelning barcha tekshirilayotgan shartlari bajarilmoqda.

Model ishqalanishning pasayishiga eng katta ta'sirni $\kappa\varphi$ ko'paytmasi ko'rsatishini anglatadi: κ kovak shakli (yarimsfera uchun $\kappa \approx 0,55$), φ esa joylashish zichligi bilan boshqariladi; kovakning nisbiy chuqurligi ζ va Reynolds soni Re_h qulay rejimning mavjudligini belgilaydi. φ ning ortishi moment pasayishini monoton ravishda kuchaytiradi ($\varphi \lesssim 0,5$ chegarasida); nisbiy chuqurlikning $\zeta \approx 1,5$ gacha ortishi κ ni oshiradi, shundan so'ng to'yinish va shakl qarshiligining ortishi yuz beradi [4]. FIKning faqat diskdagi ishqalanishga sezgirligini oddiy tahlil qilish (koeffitsiyent $2,01 \cdot 10^{-4} \text{ Vt}^{-1}$) juda kichik o'sishni beradi; kuzatilayotgan samara chuqurchalar kuraklardagi ishqalanishni va aralashishdagi yo'qotishlarni ham kamaytirishi bilan izohlanadi (umumiy pasayish 2,5 Vt).

G'ildiraklar seriyasida o'tkazilgan eksperimental verifikatsiya (silliq IG'-1; teksturali IG'-2 — faqat disk, IG'-4 — faqat kurak, IG'-3 — ikkala yuza) FIKning mos ravishda 0,28; 0,27 va 0,70 foiz punktiga ortishini ko'rsatadi; qiymatlar kichik sinergetik samara bilan deyarli additivdir ($0,28 + 0,27 = 0,55$) (7-rasm; 4-jadval).



7-rasm. Silliqlik va teksturali ishchi g'ildiraklar uchun nasos FIKning ortishi (eksperiment)¹⁰

4-jadval

Quvvat balansi va FIKning ortishi (eksperimental verifikatsiya)¹¹

Ko'rsatkich	IG'-1 (silliqlik)	IG'-3 (ikkala yuza)
Val quvvati, P_s , Vt	355,7	355,7
Foydali gidravlik quvvat, P_h , Vt	167,39	169,88
Nasos FIK, η_p , %	47,06	47,76
FIK ortishi, $\Delta\eta_p$	—	0,70
Yo'qotishlarning umumiy kamayishi, Vt	—	2,5

¹⁰ Manba: Muallif ishlanmasi.

¹¹ Manba: Muallif ishlanmasi.



XULOSA VA TAKLIFLAR

Sferik sirtqi chuqurchalardagi qisilgan uyurmalar hisobiga markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi diskining ishqalanishini passiv kamaytirishning turbulent chegara qatlam impulsining integral usuli va chegaralangan Burgers–Rott uyurmasi tahliliga asoslangan analitik matematik modeli qurildi.

Foydali rejim mavjudligining ikkita o'lchamsiz mezoni: nisbiy chuqurlik $\zeta = h/\delta \in [0,5; 2,0]$ va kovakning Reynolds soni $Re_h \geq 10^4$ shakllantirildi; ularning empirik moslashtirishdan emas, balki chegaralangan uyurma fizikasidan kelib chiqishi ko'rsatib o'tildi.

Ishqalanish momentining nisbiy koeffitsiyenti $CM/CM,0 = (1 - \kappa\varphi)^8(1 + 2\kappa\varphi/7)$ uchun ham diskka, ham kurakka birdek qo'llash mumkin bo'lgan yopiq ifoda olindi.

Tadqiq qilinayotgan ishchi g'ildirak uchun (3450 ayl/min, $R = 50$ mm) model 0,75–2,20 mm chuqurlikdagi joiz oraliqni bashorat qildi; tanlangan geometriya ($N = 80$, $a = h = 1,5$ mm, $s = 4,89$ mm, $\varphi \approx 48,7$ %) uyurma turg'unligi bo'yicha uch karra zaxira bilan barcha mezonlarga javob beradi.

Chuqurcha chuqurligi ixtiyoriy kirish parametri sifatida emas, balki model natijasi o'laroq olinganligi ishning asosiy ilmiy yangiligini tashkil etadi.

Tajribaviy verifikatsiya nasosning foydali ish koeffitsiyenti 0,70 foiz punktigacha ortganini tasdiqladi; bu samara bir nechta yo'qotish mexanizmlari bo'ylab taqsimlangan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Gülich J.F. Disk friction losses of closed turbomachine impellers // Forschung im Ingenieurwesen. – 2003. – Vol. 68, No. 2. – P. 87–95. DOI: 10.1007/s10010-003-0111-x
2. Maeda S., Sano T., Miyagawa K., Sakai K. Reduction of Disk Friction Loss by Applying a Fin to the Back of a Centrifugal Impeller // Journal of Fluids Engineering, Transactions of the ASME. – 2024. – Vol. 146, No. 7. – Art. 071107. DOI: 10.1115/1.4065047
3. van Nesselrooij M., Veldhuis L.L.M., van Oudheusden B.W., Schrijer F.F.J. Drag reduction by means of dimpled surfaces in turbulent boundary layers // Experiments in Fluids. – 2016. – Vol. 57, No. 9. – Art. 142. – P. 1–14. DOI: 10.1007/s00348-016-2230-9
4. Tay C.M.J., Khoo B.C., Chew Y.T. Mechanics of drag reduction by shallow dimples in channel flow // Physics of Fluids. – 2015. – Vol. 27, No. 3. – Art. 035109. DOI: 10.1063/1.4915069
5. Daily J.W., Nece R.E. Chamber Dimension Effects on Induced Flow and Frictional Resistance of Enclosed Rotating Disks // Journal of Basic Engineering. – 1960. – Vol. 82, No. 1. – P. 217–230. DOI: 10.1115/1.3662532
6. Rott N. On the viscous core of a line vortex // Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik (ZAMP). – 1958. – Vol. 9. – P. 543–553. DOI: 10.1007/BF02424773

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. № 9

© 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