

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

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

№2

2026
fevral



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, 430 sahifa.
2026-yil, fevral

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 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)

Sharipov Botirali Roxataliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

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

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

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

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

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

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

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)

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

RIVOJLANGAN MAMLAKATLAR BANKLARIDA RISK-MENEJMENTNING TASHKILIY MODELLARI.....	26
Madaminov Bekzod Allayarovich	
“HUDUDGAZTA’MINOT” AJ DA AMALGA OSHIRILGAN LOYIHALAR SAMARASI	32
Shukurillaev Jahongir Botir o’g’li	
HARBIY XIZMATCHI AYOLLARNING MAXSUS KIYIM SIFATIGA QO’YILADIGAN DASTLABKI TALABLARNI SHAKLLANTIRISH	37
Abduraxmanova N.D., Mirtolipova N.X., Nasirullayeva G.S.	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО ЯЗВЕННОГО КОЛИТА У ДЕТЕЙ	42
Закирова Бахора Исламовна, Каримов Достон Рустам угли	
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИСКАЛЬНЫХ И КРЕДИТНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА РЫНКИ ВЫСОКОЛИКВИДНОЙ ПРОДУКЦИИ И ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН.....	48
Бекзод Умматов	
ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	55
Вахидов Азизжон Саиджонович	
SUG’URTA FAOLIYATIDAGI MOLIVAVIY RISKLAR: BAHOLASH VA MINIMALLASHTIRISH STRATEGIYALARI	58
Xalikulova Shirin Utkir qizi	
“ANDIJONDONMAHSULOT” AJ MISOLIDA XARAJATLARNING STRATEGIK BOSHQARUV HISOBI: AMALIY TAHLIL VA TAKOMILLASHTIRISH TAVSIYALARI	62
Xayitboyeva Laylo Oybekovna	
XORIJIY MAMLAKATLARNING NORASMIY IQTISODIYOT DARAJASINI PASAYTIRISHDAGI TAJIRIBASI	66
Alimardonov G’ayratjon Nuraliyevich	
XO’JALIK YURITUVCHI SUBYEKTLARDA BARQARORLIK HISOBOTLARI AUDITINI SHAKLLANTIRISH	72
Xolikov Ravshan Anvar o’g’li	
PUL - KREDIT SIYOSATINING TRANSMISSION MEXANIZMINI RIVOJLANTIRISH	76
Obidova Zilola Ikromjon qizi	
HOMILADORLIK DAVRIDA AYOLLARDA UCHRAYDIGAN GESTOZLI KATARAL GINGIVITNI KOMPLEKS DAVOLASHNI OPTIMALLASHTIRISH	81
Nomurodova Farangiz Lazizovna	
AGRAR KORXONALARDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISHDA INVESTITSIYA MEXANIZMLARINING IQTISODIY SAMARADORLIGI VA RIVOJLANTIRISH YO’NALISHLARI	87
Egamberdiyev Abdujabbor Xusanovich	
YOSHLAR TADBIRKORLIGI VA KICHIK BIZNES IQTISODIYOTINI TA’MINLASHDA INFRATUZILMALARDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI	92
Mirzatov Baxtiyor Toxirovich	
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARI FAOLIYATINI BAHOLASH METODOLOGIYASINING MAZMUNI VA TAMOIYILLARI	96
Mavrulov Ravshan Nematjonovich	



УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ КОММУНИКАЦИЯМИ В ПРОЕКТАХ	101
Носирова Гулираъно Абдулазиз кизи	
DAVLAT BUDJETI JARAYONIDA MONITORING VA MOLIVAVIY NAZORATNI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	107
Yax'yayeva Dilfuza Bagdatovna	
XIZMAT KO'RSATISH SOHASIDA KICHIK KORXONALAR RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	111
Axmedov Sanjar Temur o'g'li	
RAQAMLI MOLIYA TEXNOLOGIYALARI EVOLYUTSIYASINING ISTIQBOLLI YO'NALISHLARI VA YUZAGA KELISHI MUMKIN BO'LGAN XATARLAR TAHLILI	117
Ko'chimov Jahongir Shuxrat o'g'li	
GAZ VA GAZ KONDENSATINI YIG'ISH VA TAYYORLASH TIZIMLARI UCHUN ZAMONAVIY LOYIHALASH USULLARI TAHLILI	123
Abdirazakov Akmal Ibragimovich Namozov Og'abek Maxmud o'g'li	
AGILE PROJECT MANAGEMENT IN THE DIGITAL ERA: STRATEGIES, FRAMEWORKS, AND BEST PRACTICES FOR SUCCESS	128
Utkirova Maftuna Murodjon qizi	
O'ZBEKISTON EKSPORTYOR KORXONALARINING YANGI BOZORLARGA CHIQUISHIDA FAOL MARKETING VOSITALARIDAN FOYDALANISH HOLATI VA MUAMMOLARI	134
Baqoyev Sunnatillo Burxon o'g'li	
TADBIRKORLIK FAOLIYATIGA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISHNING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI	139
Salaydinov Shodiyor Nizom o'g'li	
TO'QIMACHILIK SANOATIDA INVESTITSION LOYIHALARNI BOSHQARISH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY JIHATLARI	144
Qurbonov Jasurbek Pozilovich	
OPTIMIZATION OF ROADSIDE AUTO CAMPING SITES (REST AREAS) ON HIGHWAYS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE: INFRASTRUCTURE GAPS AND CORRIDOR-BASED EVIDENCE FROM UZBEKISTAN	150
Akramov Akbarjon Akmal ugli	
QURILISH KORXONALARIDA INNOVATSION MARKETING YONDASHUVLARINING AHAMIYATI	156
Aminov Abbas Mo'minboy o'g'li	
XIZMAT KO'RSATISH SOHASIDA AHOLI ISH BILAN BANDLIGI SAMARADORLIGINI IFODALOVCHI KO'RSATKICHLAR	160
Abdusaidov Akmal Abduvaliyevich	
MINTAQADA XUSUSIY TIBBIYOT MUASSASALARIDA MARKETING STRATEGIYASI	165
Yakubov Temur G'anibekovich	
AHOLI DEMOGRAFIK JARAYONLARINI IFODALOVCHI STATISTIK KO'RSATKICHLAR TIZIMI	169
Siroj Zarina Rustambekovna	
AXBOROT MAHSULOTLARI BIZNESINING YAIM VA BANDLIKKA TA'SIRI: EKONOMETRIK TAHLIL	176
Abdullayev Abdulla Fayzulla o'g'li	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA SOG'LIQNI SAQLASH TIZIMINI IQTISODIY SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING KONSEPTUAL ASOSLARI	181
Ziyodullayev Qahramon	
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ: ПОЛЬЗА ДЛЯ ЭКОНОМИКИ И ЭКОЛОГИИ	185
Хамдамова Гавхар Абсаматовна	
O'ZBEKISTONDA EKSPORTNI RAG'BATLANTIRISHNING MOLIVAVIY VOSITALARI VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISHNING ASOSIY YO'NALISHLARI	191
Mamatov Baxodir Quldoshovich	



KO'P QIRRALI VALLARNING SHAKLLANTIRISH METODLARI VA USULLARINI TAHLIL QILISH	197
<i>Xasanov Bobirmirzo Maxmudali o'g'li, Valixonov Dostonbek Azim o'g'li, Alibekov Rasulbek Qanotbek o'g'li</i>	
MINTAQA SANOATINING TARKIBIY TRANSFORMATSIYASI VA UNNING IQTISODIY O'SISHGA TA'SIRINI EKONOMETRIK MODELASHTIRISH	205
<i>Abdinazarov Xusan Shaymanovich</i>	
RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA SUG'URTA BOZORINING RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH	209
<i>Nomozova Qumri Isoyevna</i>	
XALQARO STANDARTLAR TALABLARI ASOSIDA AUDITORLIK TEKSHIRUVINI TASHKIL ETISHNING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI	216
<i>Akromov Shohrux Shuhrat o'g'li</i>	
QASHQADARYO VILOYATIDA XIZMATLAR SOHASINING RIVOJLANISHNI TARTIBGA SOLISH TIZIMI	221
<i>Achilova Firuza Kurbanovna</i>	
BANK MENEJMENTIDA INKLYUZIV MOLIYALASHTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI, TAMOYILLARI VA STRATEGIK AHAMIYATI	225
<i>Rajabov Oybek Panjievich</i>	
MINTAQADA OLIY TA'LIM TIZIMINING ISHSIZLIK DARAJASIGA TA'SIRINI EKONOMETRIK MODELASHTIRISH	229
<i>Rustamov Jasurbek Ravshanbek o'g'li</i>	
MAISHIY XIZMATLAR SOHASIDA INNOVATSION KLASSTER MODELINI JORIY ETISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI	235
<i>Normurodova Zebo Eshmaxmatovna</i>	
RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA INVESTITSiya FAOLIYATINI BOSHQARISH	240
<i>Xatamov Nurbek Ochirdiyevich, Sharifi Abdul Fatah</i>	
MOLIYAVIY REJALASHTIRISHNING AMALDAGI MUAMMOLARI VA ULARNI YECHIMI YUZASIDAN TAKLIFLAR	245
<i>Pardayev Jamshid Muzaffarovich</i>	
TIJORAT BANKLARI LIKVIDLIK RISKLARINI BAHOLASH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	251
<i>Sulaymanov Samandarboy Adhambek o'g'li</i>	
O'ZBEKISTON TIJORAT BANKLARIDA RISKLARNI BOSHQARISH AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH	257
<i>Karimov Shohruh Boydulla o'g'li</i>	
"O'ZBEKISTON TEMIR YO'LLARI" AKSIYADORLIK JAMIYATINING HISOBOTLARINI XALQARO STANDARTLARGA TRANSFORMATSIYA QILISH	262
<i>Astanov Zafar Murodillayevich</i>	
QARAMA-QARSHI AYLANUVCHI IKKI ROTORLI SHAMOL TURBINASINING MATEMATIK MODEL	266
<i>Pirmatov Nurali Berdiyevich, Bekishev Allabergen Yergashevich, Saodullayev Abror Saypullayevich, Qurbonov Najmiddin Abduxamidovich</i>	
YASHIL IQTISODIYOT SHAROITIDA KICHIK VA O'RTA BIZNESNI BARQAROR RIVOJLANTIRISHNING INSTITUTIONAL VA INVESTITSION MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	272
<i>Norboyev Sarvar Azodovich</i>	
O'ZBEKISTONDA TRANSPORT SOHASIDA FAOLIYAT YURITAYOTGAN TADBIRKORLIK SUBYEKTLARINING IQTISODIY AHAMIYATI	277
<i>Jaloliddinov Anvar Jaloliddin o'g'li</i>	
ANALYSIS OF UZBEKISTAN'S MAIN ECONOMIC INDICATORS AND GDP GROWTH	283
<i>B. Beknazarov</i>	



SOTISH JARAYONIDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR VA MARKETING TADQIQOTLARINING INTEGRATSIYASI	288
Abduxalilova Laylo Tohtasinovna	
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АУДИТЕ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ: ГЛОБАЛЬНЫЙ И УЗБЕКСКИЙ КОНТЕКСТ	294
Мегноров Алмардон Абдирахмонович	
RISK MANAGEMENT STRATEGIES IN UNCERTAIN ECONOMIC ENVIRONMENTS: A GLOBAL COMPARATIVE STUDY	302
Nigmatova Malika	
OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA MOLIVAVIY BARQARORLIKNI TA'MINLASHNING NAZARIY ASOSLARI.....	307
Hamrayev Maqsudjon Saidaxmadovich	
BARQAROR RIVOJLANISHNI TA'MINLASHDA AHOLI BANDLIGINI OSHIRISH MASALALARI	311
Mamajonova Gulbaxor Toxirjon qizi	
АВТОМАТИЗАЦИЯ АУДИТОРСКИХ ПРОЦЕДУР НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ: ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО АУДИТОРСКИХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ	316
Киличева Ф.Б.	
MAISHIY TEXNIKA EKSPORTIDA YASHIL IQTISODIY SAMARADORLIKNI BAHOLASHNING NAZARIY-METODOLOGIK ASOSLARI	320
Kushmanova Mahbuba	
GAZ TA'MINOTIDA YO'QOTISHLARNI KAMAYTIRISHNING IQTISODIY ASOSLARI	324
Xamidov Xayriddin Faxritdinovich	
DAVLAT AKTIVLARINI XUSUSIYLASHTIRISHNING MINTAQA IQTISODIY RIVOJLANISHIGA TA'SIRINI BAHOLASH (QASHQADARYO VILOYATI MISOLIDA).....	329
Sharapov Farrux Shomuratovich	
КРИТЕРИИ ОТБРАКОВКИ ЭКСТРУЗИОННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОФИЛЕЙ ГРУППЫ ALMGSI ПО МАКРОСТРУКТУРНЫМ ПРИЗНАКАМ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	333
Ибрахимов Фаррухжон Фарходович	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARIDA DEBITORLIK QARZLARI VA FAKTORING OPERATSIYALARI HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH	336
G'oziyeva Mokhira Rustamovna	
KULTIVATOR YUMSHATKICH PANJALARI O'TMASLANISH DARAJASINING ISH KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRI	345
Quvondiqov Yoqub Tursunbaevich, Nuraliyev To'liq Alimardanovich	
SANOAT KORXONALARINI BOSHQARISHDA INNOVATSION STRATEGIYANI RIVOJLANTIRISH BO'YICHA XORIJIY TAJRIBALAR	352
To'g'onov Ibroximxo'ja	
TMK KORXONASI SHAROITIDA R6AM5 MARKALI TEZKESAR PO'LATDAN TAYYORLANGAN PARMA UCHUN TERMIK ISHLOV BERISH REJIMI	358
Djalalova Sevara Toxtamuratovna	
РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	362
Шоев Алим Халмуратович	
TRANSFORMATSIYA VA XUSUSIYLASHTIRISH OMILLARINING BANK SAMARADORLIGI KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRI	367
Umirzoqova Aziza Olim qizi	
SANOAT KORXONALARIDA INNOVATSION BOSHQARUV SAMARADORLIGINI OSHIRISH	372
Ismatov Raxmatilla Oltinovich	
RAQAMLI TO'LOV TIZIMLARI TADBIRKORLIK SAMARADORLIGINI OSHIRISH OMILI SIFATIDA.....	376
Yoqubjonov Ibrohim G'olibjon o'g'li	



BANK TIZIMIDAGI AKTIVLARINING UNUMDORLIGINI OSHIRISH BO'YICHA STRATEGIK YONDASHUVLAR	379
Sadikov Q.M.	
СЦЕНАРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ УЗБЕКИСТАНА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ И СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	383
Муслимова Ф.С., Хашимова Н.А.	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA TIBBIY XIZMATLARNI TAQDIM QILISHNING INNOVATSION YONDASHUVLARI	390
S.M. Raximova	
YANGI O'ZBEKISTONDA OLIY TA'LIM MUASSASALARI AXBOROT-RESURS MARKAZLARI FAOLIYATINI STRATEGIK BOSHQARISH MODELİ.....	395
Qurbanova Muazzam Fazliddinovna	
IQTISODIYOTNING TRANSFORMATSIYALASHUVI JARAYONIDA INVESTITSION KREDITLASHNING TAHLILI	399
Tuxsanov Eldor Dilmurod o'g'li	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA EKSPORTNI RAG'BATLANTIRISH MASALALARI	404
Abdug'aniyev Murodjon Shavkat o'g'li	
XO'JALIK YURITUVCHI SUBYEKTLARNING INNOVATSION FAOLIYATINI INVESTITSİYALAR YORDAMIDA QO'LLAB-QUVVATLASH.....	408
Baxriddinov Nodirbek Zamirdinovich	
FRANSUZ TILIDA FE'L SEMANTIKASINING KO'PMA'NOLILIK VA BIRMA'NOLILIK ASPEKTLARI	412
Jo'rayeva Malohat Muhammadovna, Bekmetova Munisa Karimbayevna	
QORAQALPOG'ISTON RESPUBLIKASIDA ASOSIY KAPITALGA KIRITILGAN INVESTISIYALARDA CHET-EL INVESTISIYASI VA KREDITLARINI ROLI	418
Sultanov Anvar Abdullaevich	
INSON QON TOMIRLARINING TARMOQLANISHINI L-SISTEMALAR ASOSIDA HOSIL QILISH ALGORITMNI ISHLAB CHIQISH	423
Boliyeva Dilrabo Nurbek qizi	



INSON QON TOMIRLARINING TARMOQLANISHINI L-SISTEMALAR ASOSIDA HOSIL QILISH ALGORITMNI ISHLAB CHIQISH

Boliyeva Dilrabo Nurbek qizi

Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti
tayanch doktoranti
boliyevadilrabo38@gmail.com
Orcid:0009-0006-4031-3628

Annotatsiya. Ushbu maqolada inson yurak-qon tomir tizimining murakkab tarmoqlanish jarayonini L-sistemalar (Lindenmayer sistemalari) yordamida matematik modellash va vizuallashtirish algoritmi ishlab chiqilgan. Tadqiqot doirasida parallel qayta yozish prinsiplari asosida qon tomirlarining o'z-o'ziga o'xshash fraktal tuzilmalari, shoxlanish burchaklari hamda iyerarxik rivojlanish qonuniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, ishlab chiqilgan modelning patologik holatlarni, jumladan ateroskleroz, stenoz va diabetik angiopatiya kabi kasalliklarni aniqlashdagi diagnostik imkoniyatlari hamda fraktal o'lchamlarning tomir tizimining funksional samaradorligi bilan o'zaro bog'liqligi asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari yurak-qon tomir tizimini matematik modellash, vizual tahlil qilish va diagnostika jarayonlarini takomillashtirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: L-sistema, fraktal, tarmoqlanish, turtle-grafika, yurak-qon tomir tizimi, arteriya va vena vizuallashtirish, iteratsiya.

Abstract. This article presents an algorithm for mathematical modeling and visualization of the complex branching structure of the human cardiovascular system using L-systems (Lindenmayer systems). Based on parallel rewriting principles, the study examines the self-similar fractal structures of blood vessels, branching angles, and hierarchical development patterns. In addition, the diagnostic capabilities of the proposed model for identifying pathological conditions, including atherosclerosis, stenosis, and diabetic angiopathy, are highlighted, and the relationship between fractal dimensions and the functional efficiency of the vascular system is analyzed. The results contribute to improving mathematical modeling, visualization, and diagnostic analysis of the cardiovascular system.

Keywords: L-system, fractal, branching, turtle graphics, cardiovascular system, artery and vein visualization, iteration.

Аннотация. Ushbu maqolada inson yurak-qon tomir tizimining murakkab tarmoqlanish jarayonini L-sistemalar (Lindenmayer sistemalari) yordamida matematik modellash va vizuallashtirish algoritmi ishlab chiqilgan. Tadqiqot doirasida parallel qayta yozish prinsiplari asosida qon tomirlarining o'z-o'ziga o'xshash fraktal tuzilmalari, shoxlanish burchaklari hamda iyerarxik rivojlanish qonuniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, ishlab chiqilgan modelning patologik holatlarni, jumladan ateroskleroz, stenoz va diabetik angiopatiya kabi kasalliklarni aniqlashdagi diagnostik imkoniyatlari hamda fraktal o'lchamlarning tomir tizimining funksional samaradorligi bilan o'zaro bog'liqligi asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari yurak-qon tomir tizimini matematik modellash, vizual tahlil qilish va diagnostika jarayonlarini takomillashtirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Ключевые слова: L-sistema, fraktal, tarmoqlanish, turtle-grafika, yurak-qon tomir tizimi, arteriya va vena vizuallashtirish, iteratsiya.

KIRISH

L-sistemalar 1968-yilda golland biolog va matematigi Aristid Lindenmayer tomonidan ishlab chiqilgan formal tizim bo'lib, dastlab ko'p hujayrali organizmlarning o'sish va rivojlanish jarayonlarini matematik modellash uchun qo'llanilgan. Ushbu tizim an'anaviy Chomsky grammatikalaridan farqli ravishda parallel qayta yozish

prinsipiga asoslanadi [1]. L-sistemalarning yaratilishiga asosiy sabab biologik tizimlarda hujayralarning bir vaqtning o'zida o'sishi va bo'linishi jarayonlarini aniq ifodalash zarurati bilan bog'liq. Chunki bunday murakkab jarayonlarni faqat ketma-ket qoidalar orqali to'liq tavsiflash yetarli darajada samarali natija bermaydi.

Shu nuqtai nazardan, L-sistemalar tirik organizmlarning murakkab shakllarini oddiy va aniq lokal qoidalar asosida bosqichma-bosqich shakllantirish imkonini beradi. Bunda har bir iteratsiya bosqichida mavjud strukturaning elementlari parallel ravishda yangi elementlar bilan almashtiriladi. Natijada o'z-o'ziga o'xshashlik xususiyatiga ega bo'lgan, murakkab va tartibli fraktal tuzilmalar hosil bo'ladi [2]. Ushbu yondashuv biologik tizimlarning geometrik va funksional xususiyatlarini modellashtirish, vizuallashtirish hamda ularni chuqur tahlil qilishda samarali matematik vosita sifatida keng qo'llanilmoqda.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

L-sistemalar yordamida biologik tuzilmalarni modellashtirish masalalari ko'plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan chuqur o'rganilgan. Ushbu yo'nalishda asosiy ilmiy yondashuv parallel qayta yozish tizimlari orqali o'z-o'ziga o'xshash fraktal strukturalarni matematik ifodalashga asoslanadi.

Xalqaro olimlardan biri, L-sistemalar asoschisi Aristid Lindenmayer (1968) o'z tadqiqotlarida L-sistemalarni ko'p hujayrali organizmlarning o'sishi va rivojlanishini modellashtirishning samarali matematik vositasi sifatida asoslab bergan. Olimning fikricha, biologik tizimlarda tarmoqlanish jarayoni oddiy lokal qoidalar asosida parallel ravishda shakllanadi va bu jarayon fraktal xususiyatga ega bo'ladi. Ushbu yondashuv qon tomirlari, o'simliklar va boshqa biologik tizimlarning strukturaviy rivojlanishini matematik jihatdan aniq modellashtirish imkonini beradi¹.

Shuningdek, taniqli olimlar Przemyslaw Prusinkiewicz va Aristid Lindenmayer (1990) o'zlarining "The Algorithmic Beauty of Plants" nomli ilmiy asarida L-sistemalar yordamida murakkab biologik tarmoqlanish strukturalarini, jumladan, qon tomirlari va o'simlik tizimlarini modellashtirish algoritmlarini ishlab chiqqan. Ularning tadqiqotlarida turtle-grafika asosida fraktal strukturalarni vizuallashtirish va tahlil qilish usullari keng yoritilgan bo'lib, bu yondashuv biologik tizimlarning geometrik va funksional xususiyatlarini chuqur o'rganishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi².

O'zbekistonlik olimlardan T. X. Risqiyev o'zining "Fraktal geometriya asoslari" bo'yicha ilmiy ishlarida fraktal modellashtirishning biologik tizimlarni tahlil qilishdagi ahamiyatini asoslab bergan. Olimning ta'kidlashicha, fraktal modellar yurak-qon tomir tizimi kabi murakkab iyerarxik strukturalarni matematik modellashtirish va ularning funksional samaradorligini baholashda samarali usul hisoblanadi. Shuningdek, fraktal o'lcham orqali biologik tizimlarning strukturaviy murakkabligini aniqlash mumkinligi ilmiy jihatdan asoslangan³.

Bundan tashqari, O'zbekistonlik olim B. J. Boltayev o'z tadqiqotlarida kompyuter grafikasi va matematik modellashtirish usullaridan foydalanib, biologik tizimlarning fraktal modellarini yaratish va vizuallashtirish imkoniyatlarini o'rgangan. Olimning fikricha, L-sistemalar va fraktal algoritmlar yordamida yurak-qon tomir tizimini modellashtirish diagnostika, vizuallashtirish va tahlil qilish jarayonlarini takomillashtirishga xizmat qiladi⁴.

Qon tomirlarining tarmoqlanish jarayonini L-sistema yordamida modellashtirish quyidagi qoidalar asosida amalga oshiriladi:

Aksioma: F

Qoida: $F \rightarrow F[+F]F[-F]F$

Bu yerda:

"F" — oldinga harakatlanish, ya'ni qon tomir segmentini chizish;

"+" — o'ng tomonga burilish;

"-" — chap tomonga burilish;

"[" — joriy holatni saqlash (pozitsiya va burchak);

"]" — saqlangan holatga qaytish;

"[" va "]" belgilaridan tarmoqlanishni, ya'ni asosiy tomirdan yon shoxlarni hosil qilishda foydalaniladi. Shox chizilgandan so'ng, tizim yana asosiy tomir holatiga qaytadi.

Mazkur qoida asosida yurak-qon tomir tizimining tarmoqlanish jarayonini ifodalovchi algoritm ishlab chiqildi.

1-qadam. 0-iteratsiya (boshlang'ich holat)

$S_0 = F$

Bu holatda faqat bitta segment mavjud bo'lib, ya'ni:

1 ta $F \rightarrow$ 1 ta qon tomir segmentini ifodalaydi.

1 Lindenmayer, A. (1968). Mathematical models for cellular interaction in development. Journal of Theoretical Biology.

2 Prusinkiewicz, P., & Lindenmayer, A. (1990). The Algorithmic Beauty of Plants. Springer-Verlag.

3 Risqiyev, T. X. (2010). Fraktal geometriya asoslari. Toshkent: Fan.

4 Boltayev, B. J. (2018). Kompyuter grafikasi va matematik modellashtirish asoslari. Toshkent.



2-qadam. 1-iteratsiya (qoidani bir marta qo'llash)

Qoida:

$F \rightarrow F[+F]F[-F]F$

Natija:

$S_1 = F[+F]F[-F]F$

Bu quyidagicha talqin qilinadi:

1. F — asosiy qon tomir segmenti;
2. $[+F]$ — yon shox: holat saqlanadi, o'ng tomonga buriladi va yangi segment chiziladi, so'ng asosiy tomirga qaytiladi;
3. F — asosiy tomir davom ettiriladi;
4. $[-F]$ — ikkinchi yon shox: holat saqlanadi, chap tomonga buriladi va segment chiziladi, so'ng asosiy tomirga qaytiladi;
5. F — asosiy tomir yana davom ettiriladi.

Natijada: bitta asosiy tomir va ikkita yon shox hosil qilinadi.

3-qadam. 2-iteratsiya

S_1 ifodada jami 5 ta F mavjud bo'lib, har bir F quyidagi qoida asosida almashtiriladi:

$F \rightarrow F[+F]F[-F]F$

Natijada:

$S_2 = (F[+F]F[-F]F) + (F[+F]F[-F]F) - (F[+F]F[-F]F)$

Nazariy jihatdan L-sistemalarda qavslar ishlatilmaydi, ammo tushunarlikni oshirish maqsadida bu yerda guruhlash shaklida ko'rsatildi.

Segmentlar soni quyidagi rekursiv formula orqali aniqlanadi:

$N_0 = 1$

$N_{n+1} = 5N_n$

Shundan:

$N_1 = 5$

$N_2 = 25$

$N_3 = 125$

Demak, 2-iteratsiyada 25 ta segment hosil bo'ladi, natijada tomirlar tarmog'i zichlashadi va fraktal struktura shakllanadi.

4-qadam. Chizish qoidasi (Turtle-grafika asosida)

Chizish jarayonida quyidagi parametrlar qo'llaniladi:

- Boshlang'ich holat: pozitsiya (x_0, y_0) , burchak θ_0 ;
- F — oldinga L uzunlikda harakatlanish va chizish;
- $+ \rightarrow \theta = \theta + \alpha$ (masalan, $\alpha = 25^\circ$);
- $- \rightarrow \theta = \theta - \alpha$;
- $[$ — joriy holatni stekka saqlash;
- $]$ — stekdan saqlangan holatni tiklash.

Mazkur qoida asosida qon tomirlarining ikki tomonga simmetrik tarmoqlanishi modelashtiriladi.

5-qadam. 1-iteratsiya jarayonining grafik talqini

Faraz qilamiz:

Segment uzunligi: $L = 10$

Burilish burchagi: $\alpha = 25^\circ$

Boshlang'ich burchak: $\theta_0 = 90^\circ$

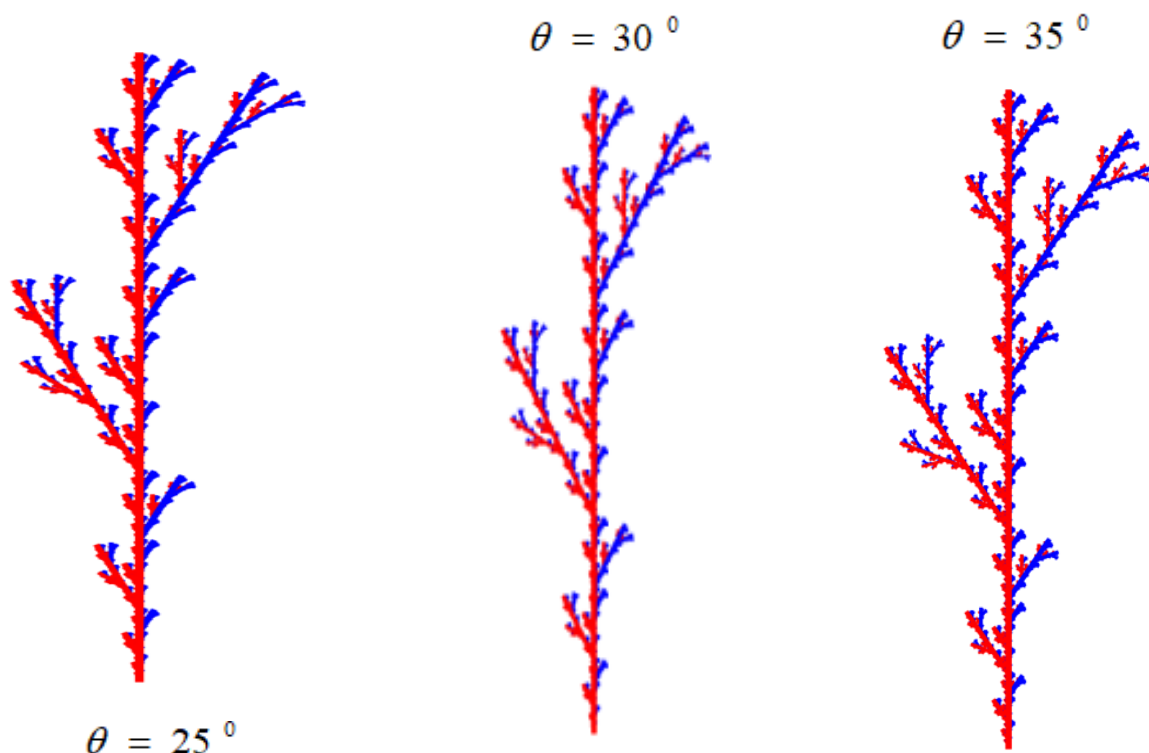
Chizish ketma-ketligi:

- a) Asosiy tomir yuqoriga chiziladi;
- b) Holat saqlanadi;
- c) O'ng tomonga buriladi;
- d) O'ng tomonga yon shox chiziladi;
- e) Asosiy tomir holatiga qaytiladi;
- f) Asosiy tomir davom ettiriladi;
- g) Holat saqlanadi;
- h) Chap tomonga buriladi;
- i) Chap tomonga yon shox chiziladi;
- j) Asosiy tomirga qaytiladi;
- k) Asosiy tomir davom ettiriladi.

Natijada: uchta asosiy segment va ikkita yon shox hosil bo'ladi.

6-qadam. Yakuniy natija

Natijada fraktal qon tomir tarmog'ining simulyatsiya modeli hosil qilinadi. Har bir iteratsiyada mavjud segmentlar o'rniga bir xil tarmoqlanish strukturalari hosil bo'lib boradi va tizim o'z-o'ziga o'xshash fraktal xususiyatga ega bo'ladi. Ushbu yondashuv yurak-qon tomir tizimining geometrik tuzilishini matematik modellashirish, vizuallashtirish hamda diagnostik tahlil qilishda samarali ilmiy vosita hisoblanadi.



1-chizma. Inson yurak qon tomir tarmoq tizimini L-sistemalar usuli asosida hosil qilish⁵

Bunda qon tomir qalinligi bosqichma-bosqich kamayib borishi hisobga olingan bo'lib, arteriyalar qizil rangda, venalar esa ko'k rangda vizual tarzda ifodalangan.

Mazkur tadqiqotda qon tomir tizimining morfologik, iyerarxik va funksional xususiyatlarini chuqur tahlil qilishda L-sistemalarga asoslangan fraktal modellashirish usuli qo'llanildi. Ushbu yondashuv tirik biologik tizimlarga xos bo'lgan o'z-o'ziga o'xshashlik, ko'p bosqichli tarmoqlanish hamda masshtabga nisbatan barqaror geometrik qonuniyatlarni matematik jihatdan aniq ifodalash imkonini beradi [4].

Metodologiya qon tomirlarining klinik tasvirlarida angiografiya orqali olingan tuzilmaviy xususiyatlarni bevosita klinik tashxis qo'yish vositasi sifatida emas, balki ularning geometrik va strukturaviy xususiyatlarini chuqurroq o'rganishga xizmat qiluvchi tasviriy-matematik tahlil usuli sifatida qo'llaniladi. Shu sababli mazkur tadqiqot interdisiplinar xarakterga ega bo'lib, tibbiyot, biomatematika hamda kompyuter modellashirish sohalari integratsiyasi asosida qon tomir tizimini ilmiy jihatdan kompleks o'rganish imkonini yaratadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

O'tkazilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, L-sistemalarga asoslangan fraktal modellashirish usuli inson yurak-qon tomir tizimining murakkab tarmoqlanuvchi tuzilmasini matematik va vizual jihatdan ifodalashda samarali ilmiy yondashuv ekanligi aniqlandi. Mazkur usul yordamida qon tomirlarining geometrik shakli, shoxlanish darajalari hamda iyerarxik tuzilishi bosqichma-bosqich modellashirildi, natijada har bir iteratsiya davomida tomir tarmog'ining zichlashuvi va o'z-o'ziga o'xshash fraktal xususiyatlari aniq kuzatildi.

Ishlab chiqilgan modellarda geometrik parametrlar, shoxlanish burchaklari, segmentlar uzunligi hamda tomir diametrlari nisbatining o'zgarishi qon tomir tizimining morfologik holatini baholash imkonini berdi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, ushbu parametrlarning me'yoriy qiymatlardan og'ishi ateroskleroz, anevrizma va stenoz kabi kasalliklarda uchraydigan tuzilmaviy o'zgarishlarni modellashirish imkonini yaratadi. Xususan, qon tomir diametrining assimetrik shakllanishi va torayish segmentlari fraktal modelda aniq aks etib, qon oqimi qarshiligiga ta'sir etuvchi omillarni matematik jihatdan ifodalash imkonini berdi.

5 Muallif ishlanmasi



Iyerarxik parametrlar tahlili natijasida qon tomir tizimining qat'iy iyerarxik tashkil etilganligi ilmiy asosda tasdiqlandi. L-sistema qoidalari asosida shoxlanish darajalari o'rtasidagi muvozanat saqlangan holatda normal tomir modeli hosil qilindi. Shu bilan birga, iyerarxik darajalar nisbatining o'zgarishi yoki tartibining buzilishi diabetik angiopatiya va ishemik kasalliklarda kuzatiladigan mikrotsirkulyatsiya jarayonlari bilan bog'liq morfologik xususiyatlarni modellashtirish imkonini berdi.

Shuningdek, L-sistemalar asosida ishlab chiqilgan fraktal modellar qon tomir kasalliklari va fraktal parametrlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tizimli ravishda tahlil qilish imkonini yaratdi. 1-jadvalda keltirilgan natijalar geometrik, iyerarxik va fraktal ko'rsatkichlarning funksional holatlar, jumladan perfuziya darajasi, to'qimalarga kislorod yetkazib berish samaradorligi hamda gemodinamik muvozanat bilan uzviy bog'liqligini ko'rsatdi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari L-sistemalarga asoslangan fraktal modellashtirish usuli qon tomir tizimidagi morfologik va funksional xususiyatlarni chuqur tahlil qilishda samarali ilmiy vosita ekanligini tasdiqladi. Mazkur yondashuv klinik diagnostika usullarini matematik modellar bilan boyitish, qon tomir tizimining strukturaviy xususiyatlarini chuqur o'rganish hamda ilmiy-amaliy tadqiqotlarda qo'shimcha tahliliy imkoniyatlarni kengaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi [5].

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot jarayonida yurak qon tomir tizimining tarmoqlanish xususiyatlarini modellashtirishda L-sistemalar samarali va ilmiy asoslangan matematik vosita ekanligi nazariy va amaliy jihatdan asoslab berildi. L-sistemalarning parallel qayta yozish tamoyiliga asoslanganligi biologik tizimlarda kuzatiladigan hujayralar hamda strukturaviy elementlarning bir vaqtning o'zida o'sishi va rivojlanishini adekvat tarzda ifodalash imkonini beradi. An'anaviy ketma-ket grammatik modellardan farqli ravishda, L-sistemalar tirik organizmlarning murakkab morfologik shakllarini oddiy lokal qoidalar asosida bosqichma-bosqich shakllantirish va ilmiy jihatdan tahlil qilish imkoniyatini yaratadi.

Qon tomir tarmog'ini modellashtirish uchun tanlangan aksioma va qayta yozish qoidasi ($F \rightarrow F[+F]F[-F]F$) asosida iteratsion jarayonlar tizimli ravishda o'rganildi. Har bir iteratsiyada segmentlar sonining eksponensial ortib borishi ($N_{n+1} = 5N_n$) tomir tarmog'ining izchil rivojlanishi va strukturaviy jihatdan zichlashib borishini ko'rsatdi. Natijada hosil bo'lgan model o'z-o'ziga o'xshashlik xususiyatiga ega bo'lgan fraktal tuzilma sifatida shakllandi. Ushbu natija yurak qon tomir tizimining tabiiy arxitekturasini bilan to'liq mos keladi, chunki real biologik tomirlar ham turli masshtablarda o'xshash tarmoqlanish qonuniyatlariga ega bo'ladi va fraktal xususiyatlarni namoyon etadi.

L-sistema asosida amalga oshirilgan grafik vizualizatsiya jarayonida qon tomirlarining geometrik rivojlanishi, tarmoqlanish darajalari hamda iyerarxik tuzilishi aniq va izchil modellashtirildi. Tomir diametrining tarmoqlanish darajasiga mos ravishda kamaytirib borilishi kapillyar tomirlarning tabiiy ingichkalashuv jarayonini muvaffaqiyatli aks ettirdi. Shuningdek, arteriya va vena tomirlarining mos ravishda qizil va ko'k ranglarda tasvirlanishi modelning biologik interpretatsiyasini yanada aniq va tushunarli shaklda ifodalash imkonini berdi. Mazkur yondashuv qon tomir tizimining nafaqat geometrik, balki funksional va morfologik xususiyatlarini ham kompleks tarzda tushuntirish imkoniyatini yaratdi.

Umuman olganda, olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalari L-sistemalar yordamida yurak qon tomir tizimining fraktal tabiatini algoritmik, matematik va vizual shaklda samarali ifodalash mumkinligini ko'rsatdi. Taklif etilgan model biologik tizimlarning o'sish va tarmoqlanish qonuniyatlarini chuqur o'rganishda, tibbiy-biologik modellashtirishda, ilmiy-ta'lim jarayonlarida hamda kompyuter grafikasi va simulyatsiya texnologiyalarini rivojlantirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Takliflar sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- yurak qon tomir tizimini modellashtirishda L-sistemalar asosida uch o'lchamli (3D) modellarni ishlab chiqish orqali biologik tuzilmaning yanada realistik simulyatsiyasini yaratish;
- fraktal modellashtirish natijalarini tibbiy tasvirlar (angiografiya, MRT, KT) bilan integratsiyalash orqali qon tomir tizimini ilmiy-diagnostik tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytirish;
- qon tomir patologiyalarining rivojlanish dinamikasini o'rganishda L-sistemalarga asoslangan matematik modellarni qo'llash orqali ilmiy tadqiqotlarning aniqligini oshirish;
- biomatematika, sun'iy intellekt va kompyuter grafikasi yo'nalishlari integratsiyasi asosida biologik tizimlarni modellashtirishning zamonaviy ilmiy platformalarini yaratish.

Mazkur takliflarning amaliyotga joriy etilishi yurak qon tomir tizimini matematik modellashtirishning ilmiy-uslubiy asoslarini yanada rivojlantirishga hamda zamonaviy biomatematik tadqiqotlar samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Quarteroni A., Formaggia L., Veneziani A. Mathematical Modelling of the Cardiovascular System. — arXiv, 2024. — Available at: <https://arxiv.org/pdf/math/0305015>
2. Lindenmayer A. Mathematical models for cellular interactions in development. — Journal of Theoretical Biology, 1968. — Vol. 18, Issue 3. — Available at: [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(68\)90079-9](https://doi.org/10.1016/0022-5193(68)90079-9)
3. Prusinkiewicz P., Lindenmayer A. The Algorithmic Beauty of Plants. — New York: Springer-Verlag, 1990. — Available at: <http://algorithmicbotany.org/papers/>
4. Mandelbrot B. B. The Fractal Geometry of Nature. — New York: W. H. Freeman and Company, 1982. — Available at: <https://books.google.com/books?id=0R4uQgAACAAJ>
5. Zamir M. The Physics of Pulsatile Flow. — New York: Springer Science & Business Media, 2000. — Available at: <https://link.springer.com/book/10.1007/b97660>

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. № 2

© 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