



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

GREEN ECONOMY AND DEVELOPMENT

Social, Economic, Technological, Scientific and Popular Science Journal

2026-YIL / SENTABR /
9-SON, IV-QISM



ISSN: 2992-8982

<https://yashil-iqtisodiyot-taraqqiyot.uz/>



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Bosh muharrir:

Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich

*Elektron nashr. 2026-yil, sentabr.
IV-qism*

Bosh muharrir o'rinbosari:

Karimov Norboy G'aniyevich

Muharrir:

Qurbonov Sherzod Ismatillayevich

Tahrir hay'ati:

Salimov Oqil Umrzoqovich, O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi
Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi
Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Rae Kvon Chung, Janubiy Koreya, TDIU faxriy professori, "Nobel" mukofoti laureati
Osman Mesten, Turkiya parlamenti a'zosi, Turkiya – O'zbekiston do'stlik jamiyati rahbari
Axmedov Durbek Kudratillayevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Axmedov Sayfullo Normatovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Kalonov Muxiddin Baxritdinovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Siddiqova Sadoqat G'afforovna, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Xudoyqulov Sadirdin Karimovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Maxmudov Nosir, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Yuldashev Mutallib Ibragimovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Samadov Asqarjon Nishonovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
Slizovskiy Dimitriy Yegorovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Mustafakulov Sherzod Igamberdiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Axmedov Ikrom Akramovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xajiyev Baxtiyor Dushaboyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Hakimov Nazar Hakimovich, falsafa fanlari doktori (DSc), professor
Musayeva Shoiraz Azimovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), professor
Ali Konak (Ali Ko'nak), iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor (Turkiya)
Cham Tat Huei, falsafa fanlari doktori (PhD), professor (Malayziya)
Foziljonov Ibrohimjon Sotvoldixo'ja o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dots.
Faxridinov Zafarjon Faxridin o'g'li, O'zb. Res. Bosh prokuraturasi HIJQKD boshqarma boshlig'i
Utayev Uktam Choriyevich, Anijon viloyati prokurorining o'rinbosari
Ochilov Farkhod, O'zb. Res. Bosh prokuraturasi IJQK Departamentining Namangan viloyati boshqarmasi boshlig'i
Buzrukhonov Sarvarxon Munavvarxonovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Axmedov Javohir Jamolovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta o'qituvchi
Bobobekov Ergash Abdumalikovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), v.b. dots.
Djudi Smetana, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent (AQSH)
Krissi Lyuis, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent (AQSH)
Glazova Marina Viktorovna, Iqtisodiyot fanlari doktori (Moskva)
Nosirova Nargiza Jamoliddin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Sevil Piriyeva Karaman, falsafa fanlari doktori (PhD) (Turkiya)
Mirzaliyev Sanjar Makhamatjon o'g'li, TDIU ITI departamenti rahbari
Ochilov Bobur Baxtiyor o'g'li, TDIU katta o'qituvchisi
Golisheva Yelena Vyacheslavovna, Iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent.
Abdukarimova Dinara Rustamxanovna, bank-moliya akademiyasi professori, DSc., professor.
Ikramov Murod Akramovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Nazarova Ra'no Rustamovna, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Editorial board:

Salimov Okil Umrzokovich, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Abdurakhmanov Kalandar Khodjayevich, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Sharipov Kongirاتبay Avezimbetovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Rae Kwon Chung, South Korea, Honorary Professor at TSUE, Nobel Prize Laureate
Osman Mesten, Member of the Turkish Parliament, Head of the Turkey–Uzbekistan Friendship Society
Akhmedov Durbek Kudratillayevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Akhmedov Sayfullo Normatovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Abdurakhmanova Gulnora Kalandarovna, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Kalonov Mukhiddin Bakhridinovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Siddikova Sadokat Gafforovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences
Khudoykulov Sadirdin Karimovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Makhmudov Nosir, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Yuldashev Mutallib Ibragimovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Samadov Askarjon Nishonovich, Candidate of Economic Sciences, Professor
Slizovskiy Dmitriy Yegorovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Mustafakulov Sherzod Igamberdiyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Akhmedov Ikrom Akramovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Eshtayev Alisher Abduganiyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khajiyev Bakhtiyor Dushaboyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khakimov Nazar Khakimovich, Doctor of Philosophy (DSc), Professor
Musayeva Shoira Azimovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Professor
Ali Konak, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor (Turkey)
Cham Tat Huei, Doctor of Philosophy (PhD), Professor (Malaysia)
Foziljonov Ibrokhimjon Sotvoldikhoja ugli, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Associate Professor
Fakhridinov Zafarjon Fakhridin ogli, Head of the DCEC under the Prosecutor General's Office of the Rep. of Uzb.
Utayev Uktam Choriyevich, Deputy Prosecutor of Anijan Region
Ochilov Farkhod, Head of the Namangan Regional Department of the Department of Internal Affairs of Rep. of Uzb.
Buzrukkhonov Sarvarkhon Munavvarkhonovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Akhmedov Javokhir Jamolovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences
Tokhirov Jaloliddin Ochil ugli, Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Senior Lecturer
Bobobekov Ergash Abdumalikovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Acting Associate Professor
Judi Smetana, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (USA)
Chrissy Lewis, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (USA)
Glazova Marina Victorovna, Doctor of Sciences in Economics (Moscow)
Nosirova Nargiza Jamoliddin kizi, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Associate Professor
Sevil Piriyea Karaman, Doctor of Philosophy (PhD) (Turkey)
Mirzaliyev Sanjar Makhamatjon ugli, Head of the Department of Scientific Research and Innovations, TSUE
Ochilov Bobur Bakhtiyor ugli, Senior lecturer at TSUI
Golisheva Yelena Vyacheslavovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor.
Abdukariyeva Dinara Rustamkhanovna, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Ikramov Murod Akramovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Nazarova Ra'no Rustamovna, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor

Ekspertlar kengashi:

Berkinov Bazarbay, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Po'latov Baxtiyor Alimovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Aliyev Bekdavat Aliyevich, falsafa fanlari doktori (DSc), professor
Isakov Janabay Yakubbayevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xalikov Suyun Ravshanovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Rustamov Ilhomiddin, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Hakimov Ziyodulla Ahmadovich, iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent
Kamilova Iroda Xusniddinovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
G'afurov Doniyor Orifovich, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Fayziyev Oybek Raximovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Tuxtabayev Jamshid Sharafetdinovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Xamidova Faridaxon Abdulkarim qizi, iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent
Yaxshiboyeva Laylo Abdisattorovna, katta o'qituvchi
Babayeva Zuhra Yuldashevna, mustaqil tadqiqotchi
Komilova Nilufar Karshiboyevna, Geografiya fanlari doktori, professori
Umirzoqov Ja'sur Artiqboy o'g'li, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
Zebo Kuldasheva, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Board of Experts:

Berkinov Bazarbay, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Pulatov Bakhtiyor Alimovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Aliyev Bekdavat Aliyevich, Doctor of Philosophy (DSc), Professor
Isakov Janabay Yakubbayevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khalikov Suyun Ravshanovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Rustamov Ilhomiddin, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Khakimov Ziyodulla Akhmadovich, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Kamilova Iroda Xusniddinovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics
Gafurov Doniyor Orifovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogy
Fayziyev Oybek Raximovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics, Associate Professor
Tukhtabayev Jamshid Sharafetdinovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics, Associate Professor
Khamidova Faridaxon Abdulkarimovna, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Yakhshiboyeva Laylo Abdisattorovna, Senior Lecturer
Babayeva Zuhra Yuldashevna, Independent Researcher
Komilova Nilufar Karshiboyevna, Doctor of Geographical Sciences, Professor
Umirzokov Jasur Artiqboy ugli, Doctor of Economic Sciences (DSc), Associate Professor
Zebo Kuldasheva, Doctor of Economic Sciences (DSc), Associate Professor

- 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

Muassis: "Ma'rifat-print-media" MChJ

Hamkorlarimiz: Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti,
O'zbekiston Respublikasi Bosh prokuraturasi huzuridagi Iqtisodiy
jinoyatlarga qarshi kurashish departamenti

Jurnalning ilmiyligi:

“Yashil” iqtisodiyot va
taraqqiyot” jurnali

O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar
vazirligi huzuridagi Oliy
attestatsiya komissiyasi
rayosatining
2023-yil 1-apreldagi
336/3-sonli qarori bilan
ro'yxatdan o'tkazilgan.



MUNDARIJA

O'ZBEKISTON IQTISODIYOTIDA TARKIBIY SILJISHLAR INTENSIVLIGI VA ULARNING IQTISODIY O'SISH SIFATIGA TA'SIRI	14
Muxamedov Sanjar Husnutdin o'g'li	
KICHIK BIZNESDA YUQORI QO'SHILGAN QIYMATLI SANOAT MAHSULOTLARI ISHLAB CHIQRISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH OMILLARI	21
Ergashev Ulug'bek Karimovich	
SOLIQ ISLOHOTLARI SHAROITIDA SOLIQ STAVKALARINING O'ZGARISHI VA SOLIQ MA'MURCHILIGINI RAQAMLASHTIRISH SAMARADORLIGI	26
Ashirbayev Odilbek Aminbayevich	
MOLIYAVIY BOSHQARUV VA LOYIHALARNI BOSHQARISH INTEGRATSIYASI: LOYIHA XARAJATLARI, MOLIYALASHTIRISH QARORLARI VA LOYIHA NATIJADORLIGI O'RTASIDAGI BOG'LIQLIKNING KONTSEPTUAL TAHLILI	32
Abdukarimov Akbar G'anisherovich	
INVESTITSIALARNI JALB QILISHNI EKONOMETRIK BAHOLASH VA PROGNOZLASH	37
Almuradov Abdulla	
Aziza Asrorova Oybekovna	
TIJORAT BANKLARIDA MUAMMOLI KREDITLARNI RAQAMLI BOSHQARISH MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	43
Nashvanov Jasur Mamat o'g'li	
QISHLOQ HUDUDLARIDA AGRAR SOHADA KREATIV TADBIRKORLIKNI RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY JIHATLARI	48
Qodirova Noiba Maxmud qizi	
TIJORAT BANKLARINING LIKVIDLIGIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR	53
Nazirov Ibrohimjon Sodiqjon o'g'li	
ECONOMIC DRIVERS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN UZBEKISTAN'S GRAIN SECTOR	58
Gaffarova Sarvinoz Muzaffar qizi	
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ФИНАНСОВОГО КОНТРОЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН: ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСОВО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	62
Сунатуллаева Нозима Ботир кизи	
BEHAVIORAL ECONOMICS IN PUBLIC POLICY AND BUDGET CONTROL	70
Narmanov Ulugbek	
Rahimova Hosila	
Yangiboyeva Oydin	
O'ZBEKISTON SOG'LIQNI SAQLASH TIZIMIDA BYUDJET XARAJATLARI VA MOLIYALASHTIRISH MANBALARINING 2017-2026-YILLARDAGI TRANSFORMATSIYASI	75
Abdullajonov Umidjon G'ulomjon o'g'li	
ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНФЛЯЦИИ И БЕЗРАБОТИЦЫ НА ТЕМПЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА	81
Нагметуллаев Айдос Абатбай-улы	
TIJORAT BANKLARIDA INNOVATSION XIZMATLARNING MONETIZATSIYA SAMARADORLIGINI BAHOLASHNI TAKOMILLASHTIRISH	90
Sanayev Javohir Shavkat o'g'li	
SANOAT KORXONALARIDA MAHSULOT TANNARXINI KAMAYTIRISHDA STRATEGIK XARAJATLARNI BOSHQARISH USULLARINING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI	96
M.M.Muxammadaliyev	



O'ZBEKISTONDA OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH VA BOSHQARISHNING HUDUDIIY RIVOJLANTIRISH STRATEGIYASI	100
Xudoyberganova Dilnoza Anvarjon qizi	
O'ZBEKISTON KORXONALARIDA SUN'IIY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA MARKETING FAOLIYATINI TAKOMILLASHTIRISH	104
Jo'rayeva Zarina Kuntug'diyevna	
TAKRORIY VA ORALIQ OZUQA EKINLARI ASOSIDA YER YUKLAMASINI OSHIRISH – SUTCHILIK FERMER XO'JALIKLARI OZUQA BAZASINI KENGAYTIRISH ZAXIRASI.....	110
Ibodullayev Doston Sobirjon o'g'li	
QISHLOQ XO'JALIGI MAHSULOTLARI BOZORIDA VOSITACHILIK MUNOSABATLARI VA MARKETING-LOGISTIKA STRATEGIYALARINI MUQOBILLASHTIRISH.....	119
Djurayev Bekzod Bekmatovich	
AGROSANOAT ISHLAB CHIQARISH RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISHDA XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASI VA UNING QIYOSIY TAHLILI.....	128
Raxmonova Sarvinoz Faxriddin qizi	
G'AZNACHILIK TIZIMIDA DAVLAT MOLIVAVIY NAZORATINI TAKOMILLASHTIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEKANIZMLARI.....	134
G'ofurov Bekzod Fayzulla o'g'li	
DAVLAT XARIDLARI TIZIMIDA BYUDJET MABLAG'LARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'NALISHLARI.....	142
Abduraxmonova Mahliyo Nurmamatovna	
TASHQI SAVDO FAOLIYATINI SOLIQQA TORTISH MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH: FISKAL NEYTRALLIK, REPATRIATSIYA VA QQS MA'MURIYATCHILIGI.....	147
Almuradov Ne'mat Abdullayevich	
ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ АУТСОРСИНГА ИТ-УСЛУГ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН: ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ДЕМОГРАФИЯ	156
Назаров Зиёвуддин Шарофиддинович	
O'ZBEKISTONDA TEMIR YO'L TURIZMINI BOSHQARISH MEKANIZMINI RIVOJLANTIRISH.....	161
Nazarov Ulug'bek Akbar o'g'li	
KICHIK BIZNESNI DAVLAT TOMONIDAN QO'LLAB-QUVVATLASHDA BOJXONA MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	167
Yuldasheva Umida Sadullayevna	
O'ZBEKISTONDA XIZMAT KO'RSATISH SOHASINI RIVOJLANTIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI	175
Normurodov U.N.	
O'ZBEKISTONDA RAQAMLI IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHNING ASOSIY YO'NALISHLARI.....	182
Toshnazarov Abbosbek Xayrulloevich	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARIDA BIZNES-JARAYONLARNI BOSHQARISHNI RAQAMLASHTIRISHDA ILG'OR XORIJIY TAJRIBALAR TAHLILI.....	186
Suvanova Dilnoza Dilmurod qizi	
TIJORAT BANKLARIDA TRANSFORMATSIYA JARAYONLARINING NAZARIY-METODOLOGIK ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISH	196
Berdiyev Nodir Raxmatovich	
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЁТА ЗАТРАТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	203
Ойбекова Сарвиноз Киёмовна	
ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КРИЗИСОВ НА ИНВЕСТИЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ИНВЕСТИТОРОВ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОПЫТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН	208
Хамидова Фаридахон Абдулкарим кизи	
Камилова Севара Анваровна	



GOVERNANCE CAPACITY AND GLOBAL UNIVERSITY RANKINGS IN TRANSITION ECONOMIES: A SYSTEMATIC REVIEW OF UZBEKISTAN IN COMPARATIVE PERSPECTIVE.....	220
Mukhlisa Khamidova	
O'ZBEKISTONDA TASHQI IQTISODIY FAOLIYAT RISKLARINI SUG'URTALASH HOLATI TAHLILI VA ULARNI KOMPLEKS BAHOLASH USULLARI	229
Raximov Timur Furkatovich	
TADBIR VA KO'NGILOCHAR XIZMATLAR MARKETING STRATEGIYASINI RIVOJLANTIRISH.....	235
Yunusov Xurshid Azamatovich	
SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN SAMARADORLIKNI BOSHQARISH TIZIMLARINING XODIMLAR XULQ-ATVORIGA TA'SIRI.....	240
Akramova Nilufar Becnazar qizi	
KO'CHMAS MULK OBYEKTLARINING BOZOR QIYMATINI SHAKLLANTIRUVCHI OMILLARNI TIZIMLASHTIRISHNING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI.....	248
Fayzieva Gulnoza Abdurumonovna	
STUDY OF THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF ORGANOMINERAL MATERIALS MODIFIED WITH A POLYFUNCTIONAL MODIFIER.....	254
Rustamov Mirshokhid	
Umida Ziyamukhamedova	
Elbek Turgunaliyev	
Sotvoldiev Khasanboy	
Mirjalol Abdulakimov	
Shokhjakhon Abdurakhimov	
YASHIL DAVLAT XARIDLARI ORQALI MAHALLIY SANOAT KORXONALARINI EKOLOGIK MODERNIZATSIYALASHNI RAG'BATLANTIRISH MEXANIZMLARI	263
Abbosbek Jurayev	
DAVLAT FUQAROLIK XIZMATIDA YOSHLAR O'RNI, AHAMIYATI HAMDA KASBIY FAOLIYATIDA RIVOJLANISH DRAYVERLARINI SHAKLLANTIRISH MEXANIZMI.....	269
Muhamedov Shavkat Rovshan o'g'li	
TOSHKENT SHAHRIDA BARQAROR URBANIZATSIYANI TA'MINLASH MUAMMOLARINI HAL ETISHNING INTEGRATSIYALASHGAN YECHIMI SIFATIDA RAQAMLI EGIZAK (DIGITAL TWIN) TEXNOLOGIYASINI JORIY ETISH	277
Salimov Sobirjon	
Xusnuddinov Fazluddin Zuxruddin o'g'li	
Inoyatxodjayev Jamshid Shuxratullayevich	
TIJORAT BANKLARINING QIMMATLI QOG'OZLAR BOZORIDAGI OPERATSIYALARINI TASHKIL ETISHNING HUQUQIY ASOSLARI.....	290
Tillayev Xurshidjon Sulaymon o'g'li	
TIKUVCHILIK SANOATI KORXONALARINING BARQAROR RIVOJLANISHI BILAN BOG'LIQ MUAMMOLARNI TAHLIL QILISH	297
Babadjanova Nozima Abdullayevna	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИКИ И ЕЁ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	304
Камилова Наргиза Абдукахоровна	
WAYS OF IMPROVING MARKETING STRATEGIES IN HOTEL BRAND DEVELOPMENT: COMPLEMENTARITY BETWEEN PRACTICES, THE SEQUENCE OF STEPS AND THE LIMITS OF EXECUTION	309
Ergashev Oybek Mamarasul ugli	
ПРОБЛЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ КРЕДИТНЫМ ПОРТФЕЛЕМ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ.....	316
Умаров Улугбек Унарович	
XALQARO TAJRIBADA KREATIV TURIZMNING RIVOJLANISH MEXANIZMLARI.....	323
Raxmonova Nilufar Yorqinovna	



KO'CHMAS MULK OBYEKTLARINING BOZOR QIYMATINI BAHOLASHGA OID NAZARIY YONDASHUVLARNING RIVOJLANISHI VA ZAMONAVIY TENDENSIYALARI	327
Yusupdjanova Nargiza Utkurovna	
MILLIY RAQAMLI TO'LOV TIZIMLARINING RAQOBATBARDOSHLIGI VA PUL MUOMALASI BARQARORLIGINI OSHIRISH: BAHOLASH, PROGNOZLASH, TASNIFLASH VA INTEGRATSIYA YONDASHUVLARI.....	334
Xazratkulov O'ktamjon Xikmatullayevich	
THE ROLE OF STRATEGIC MANAGEMENT IN ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	338
Nazirova Komola	
XORAZM VILOYATIDA URBANIZATSIYA SIYOSATI SAMARADORLIGINI OSHIRISH ORQALI MINTAQA IQTISODIYOTINI BARQAROR RIVOJLANTIRISH YO'NALISHLARI	343
Qadamov Mirzobek Ulug'bek o'g'li	
O'ZBEKISTON SHAROITIDA FERTIL YOSHDAGI AYOLLAR SALOMATLIGINI SUN'IY INTELLEKT ORQALI BOSHQARISHNING IQTISODIY ISTIQBOLLARI.....	349
Kayumova Otikaxon Odiljon qizi	
UMUMIY O'RTA TA'LIM TASHKILOTLARI BOSHQARUVI SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA ILG'OR XORIJIY AMALIYOTLARNING QIYOSIY TAHLILI	354
Abdinabiyeva Aziza Raximjon qizi	
O'ZBEKISTONDA BOLALI OILALARNI IJTIMOYIY QO'LLAB-QUVVATLASH KAMBAG'ALLIKNI QISQARTIRISH VOSITASI SIFATIDA	359
Asomiddinova Muzayyanxon Abdurahmon qizi	
REPRESENTATION OF HUMAN EFFORT AND ACHIEVEMENT IN ENGLISH AND UZBEK PROVERBS	364
Khakimboeva Muslima Ilkhomjon qizi	
TURIZM XIZMATLARI SAMARADORLIGINI OSHIRISHGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR VA ULARNI BAHOLASH YO'NALISHLARI	370
Abdusamatova Ruhshonaxon	
XALQARO TAJRIBADA RAQAMLI BAHOLASH TIZIMLARINI RIVOJLANTIRISH MODELLARI VA ULARNI O'ZBEKISTONDA QO'LLASH IMKONIYATLARI.....	376
Muzaffarova Mohira Nuraliyevna	
MINTAQADA AGROKIMYO XIZMATLARINI RIVOJLANTIRISH ORQALI IQTISODIYOT BARQARORLIGIGA ERISHISH	381
Matkarimov Inomjon Baxtiyorovich	
IMPLEMENTATION AND APPLICATION OF INTERNATIONAL FINANCIAL REPORTING STANDARDS (IFRS) IN THE FINANCIAL SYSTEM OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN: CHALLENGES AND PROSPECTS	387
Khattabov Temurbek Muzaffar Ugli	
DAVLAT-XUSUSIY SHERIKLIK (DXSH) LOYIHALARIDA ASOSIY RISKLAR VA ULARNI HUQUQIY TAQSIMLASH MEKANIZMLARI: O'ZBEKISTON MISOLIDA.....	393
Ochilov Jaloliddin Yusufjon o'g'li	
BANK TIZIMIDA ESG OMILLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASI.....	403
Xoliyorov Murod Qahramon o'g'li	
Iskandarov Murod Luqmanovich	
КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНКЛЮЗИВНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА.....	412
Холбаев Нодирбек Баходирович	
BYUDJET XARAJATLARI TARKIBI VA INSON KAPITALIGA INVESTITSIYA INTENSIVLIGINING IQTISODIY O'SISHGA TA'SIRI: O'ZBEKISTON MISOLIDA KORRELYATSION-REGRESSION TAHLIL	416
Temirov Muhammad Maxmud o'g'li	



IZOTROP STERJEN UCHUN BOG'LIQ DINAMIK TERMOPLASTIK MASALANI SONLI YECHISHDA CHIZIQLASHTIRISH USULLARI VA AYIRMALI SXEMALARNING QIYOSIY TAHLILI	423
---	-----

Raxmatullayeva Gulshoda Ilhom qizi

Ibodullayev Jaxongir Maxammadi o'g'li



IZOTROP STERJEN UCHUN BOG'LIQ DINAMIK TERMOPLASTIK MASALANI SONLI YECHISHDA CHIZIQLASHTIRISH USULLARI VA AYIRMALI SXEMALARNING QIYOSIY TAHLILI

Raxmatullayeva Gulshoda Ilhom qizi
 Uchtepa tumani 238-maktab o'qituvchisi
 ORCID: 0009-0006-8459-8389
 E-mail: guliraxmatullayeva5@gmail.com

Ibodullayev Jaxongir Maxammadi o'g'li
 Jahon iqtisodiyoti va diplomatiya universiteti shogird-o'qituvchisi
 ORCID: 0009-0004-5383-812X
 E-mail: j.ibodullayev@uwed.uz , jahon18gir@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada izotrop sterjenning temperatura maydoni bilan bog'liq dinamik deformatsiyalanish masalasi qaraladi. Masala giperbolik turdagi harakat tenglamasi va parabolik turdagi issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasidan iborat chiziqli sistemaga keltiriladi. Sistema to'r usulida yechiladi: temperatura uchun ikki qatlamli, ko'chish uchun uch qatlamli oshkor va oshkormas sxemalar tuzilib, chiziqli hadlar Pikar hamda Nyuton usullari, shuningdek, oldingi vaqt qatlami bo'yicha chiziqlashtiriladi. Ishning asosiy maqsadi – sxemalar va chiziqlashtirish usullarining to'rtta kombinatsiyasini aniq yechimi ma'lum bo'lgan test masalasida taqqoslash hamda amaliy hisoblashlar uchun eng qulayini ajratib olishdir. Hisoblash eksperimentlari Nyuton usuli bilan birlashtirilgan oshkormas sxema temperatura bo'yicha eng kichik xatolikni berishini, iteratsiyalar soni esa uchtdan oshmasligini ko'rsatdi. Shuningdek, chiziqli koeffitsiyentlar darajasining yechimga ta'siri o'rganildi.

Kalit so'zlar: bog'liq termoplastik masala, izotrop sterjen, giperbolo-parabolik sistema, to'r usuli, oshkor va oshkormas sxemalar, Pikar usuli, Nyuton usuli, test masalasi, chiziqli koeffitsiyentlar.

Аннотация. В статье рассматривается задача динамического деформирования изотропного стержня, связанная с его температурным полем. Задача сводится к нелинейной системе, состоящей из уравнения движения гиперболического типа и уравнения теплопроводности параболического типа. Система решается методом сеток: для температуры строятся двухслойные, для перемещений – трехслойные явные и неявные схемы, а нелинейные члены линеаризуются методами Пикара, Ньютона либо по значениям на предыдущем временном слое. Основная цель работы – сравнить четыре комбинации схем и способов линеаризации на тестовой задаче с известным точным решением и выбрать наиболее удобную для практических расчетов. Вычислительные эксперименты показали, что неявная схема в сочетании с методом Ньютона дает наименьшую погрешность по температуре, а число итераций не превышает трех. Исследовано также влияние степени нелинейных коэффициентов на решение.

Ключевые слова: связанная термопластическая задача, изотропный стержень, гиперbolo-параболическая система, метод сеток, явная и неявная схемы, метод Пикара, метод Ньютона, тестовая задача, нелинейные коэффициенты.

Abstract. The paper considers the dynamic deformation problem of an isotropic rod coupled with its temperature field. The problem reduces to a nonlinear system consisting of a hyperbolic motion equation and a parabolic heat conduction equation. The system is solved by the finite difference method: two-layer schemes are constructed for temperature and three-layer schemes for displacement, both in explicit and implicit forms, while the nonlinear terms are linearized using the Picard method, Newton's method, or values from the previous time layer. The main objective of the work is to compare four combinations of schemes and linearization methods on a test problem with a known exact solution and to select the most suitable one for practical computations. Numerical experiments demonstrate that the implicit scheme combined with Newton's method yields the smallest temperature error, with the number of iterations not exceeding three. The effect of the exponent of the nonlinear coefficients on the solution is also investigated.

Keywords: coupled thermoplastic problem, isotropic rod, hyperbolic–parabolic system, finite difference method, explicit and implicit schemes, Picard method, Newton's method, test problem, nonlinear coefficients.



KIRISH

Sterjensimon elementlar qizdirilganda ularda ko'chish va temperatura maydonlari bir-biriga o'zaro ta'sir qiladi: temperatura gradienti kuchlanish hosil qilsa, tez deformatsiya o'z navbatida issiqlik ajralishiga olib keladi. Shu sababli bunday jarayonlar bog'liq (svyazannaya) masala sifatida qaralishi lozim [1-3]. Izotrop sterjen uchun bu masala $\Omega = \{a \leq x \leq b, t_0 \leq t \leq T\}$ sohada chiziqsiz giperbolik turdagi harakat tenglamasi [4]

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = K_{21} \frac{\partial}{\partial x} (K_{22} \frac{\partial u}{\partial x}) + K_{23} \frac{\partial u}{\partial x} + K_{24} u + K_{25} \frac{\partial T}{\partial x} + P \quad (1)$$

hamda parabolik turdagi issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K_{11} \frac{\partial}{\partial x} (K_{12} \frac{\partial T}{\partial x}) + K_{13} \frac{\partial T}{\partial x} + K_{14} T + K_{15} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} + Q \quad (2)$$

ko'rinishida yoziladi. Bu yerda K_{ij} koeffitsiyentlar, P va Q hadlar umumiy holda x, t, T hamda u ga chiziqsiz bog'liq funksiyalardir; amaliy masalalarda ular ko'pincha o'zgarmas yoki aniq funksional ko'rinishda beriladi [1-2]. Ushbu ishda (1)-(2) giperbolo-parabolik sistemani quyidagi boshlang'ich

$$u|_{t=t_0} = \varphi(x), \quad u_t|_{t=t_0} = \psi(x), \quad T|_{t=t_0} = \eta_0(x) \quad (3)$$

hamda chegaraviy shartlar

$$u|_{x=a} = \chi_1(t), \quad u|_{x=b} = \chi_2(t) \quad (4)$$

$$T|_{x=a} = \xi_1(t), \quad T|_{x=b} = \xi_2(t) \quad (5)$$

bilan birgalikda sonli yechish algoritmi quriladi, shu asosda dastur yaratiladi va turli iteratsion usullar o'zaro taqqoslanadi. Masala korrekt qo'yilgan deb hisoblanadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Bog'liq termoelastiklik nazariyasining asoslari M. Bio [17] va V. Novaskiy [18] ishlarida yaratilgan bo'lib, termik kuchlanishlar nazariyasi R. Xetnarski va M. Eslami monografiyasida [19] tizimlashtirilgan. Chekli deformatsiyalarda bog'liq termoplastiklik masalalarini sonli yechish algoritmlari va ularning turg'unligi J. Simo, K. Miye hamda F. Armero ishlarida [20, 21] tadqiq etilgan, ayirmali sxemalarning turg'unligi va yaqinlashishi nazariyasi esa A.A. Samarskiy monografiyasida [22] bayon qilingan. Mahalliy olimlardan A.A. Xaldjigitov va uning shogirdlari ishlarida termoelastiklik hamda termoplastiklikning bog'liq masalalari, shuningdek, izotrop va transversal-izotrop materiallar uchun aniqlovchi munosabatlar batafsil ishlab chiqilgan [1, 3]. Deformatsion nazariyaga asoslangan bir, ikki va uch o'lchovli bog'liq dinamik termoplastik masalalarning matematik modellari hamda sonli yechish algoritmlari [4-8, 12, 15, 16] ishlarda qurilgan. Izotrop jismlar uchun bir va ikki o'lchovli masalalarni chekli ayirmalar usulida yechish tajribasi [9, 10] da, deformatsion va oqish nazariyalari asosidagi yondashuvlar esa [11] da keltirilgan. Ikki o'lchovli bog'liq masalalarning sonli yechimlari [2, 13, 14] ishlarda o'rganilgan. Mazkur matnni tahrirlash jarayonida sun'iy intellekt imkoniyatlaridan ham foydalanildi. Avvalgi tadqiqotlarni to'ldirgan holda, ushbu maqolada chiziqlashtirish usullari hamda oshkor va oshkormas sxemalarning to'rtta varianti aniq yechimi ma'lum bo'lgan bitta test masalasida o'zaro solishtirilib, amaliy hisoblashlar uchun eng samaralisi asoslab beriladi.



TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tenglamalar chiziqsiz bo'lgani uchun yechimni to'g'ridan-to'g'ri topib bo'lmaydi – to'r usulini iteratsion jarayon bilan birlashtirishga to'g'ri keladi. Dastlab Ω soha Ox o'qi bo'yicha $h = (b-a)/(m-1)$ va Ot o'qi bo'yicha $\tau = (T^* - t_0)/(n-1)$ qadamlar bilan $x_i = a + (i-1)h$ va $t_j = t_0 + (j-1)\tau$ ($i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, n}$) chiziqlar orqali diskretlashtiriladi [3]. Hosilalar chekli ayirmalar bilan almashtirilganda chiziqsiz funksiyalar Pikar yoki Nyuton usulida chiziqlashtiriladi. Iteratsion jarayonning yaqinlashish tezligi uchta omilga bog'liq: boshlang'ich yaqinlashishning tanlanishi [6], chiziqlashtirish usuli va sxemaning oshkor yoki oshkormas ekani [7-9]. Tajriba ko'rsatishicha, tenglamalardagi K_{ij} koeffitsiyentlarni oldingi vaqt qatlamidagi qiymatlar orqali yoki Pikar usulida chiziqlashtirish yetarli; Q va P manba funksiyalarini esa Nyuton usulida chiziqlashtirish maqsadga muvofiq. Shu mulohazalardan kelib chiqib, sterjenda temperatura tarqalishini oshkor va oshkormas sxemalar bilan ifodalangan

$$\frac{T_i^{j+1} - T_i^j}{\tau} = K_{11i}^j \left\{ K_{12i+1}^j \frac{T_{i+1}^j - T_i^j}{h^2} - K_{12i}^j \frac{T_i^j - T_{i-1}^j}{h^2} \right\} + K_{13i}^j \frac{T_{i+1}^j - T_{i-1}^j}{2h} + \quad (6)$$

$$+ K_{14i}^j T_i^j + K_{15i}^j \frac{u_{i+1}^{j+1} - u_{i+1}^j - u_i^{j+1} + u_i^j}{h\tau} + Q_i^j + \mu_1 Q_{Ti}^j (T_i^{j+1} - T_i^j)$$

$$\frac{T_i^{j+1} - T_i^j}{\tau} = K_{11i}^j \left\{ K_{12i+1}^j \frac{T_{i+1}^{j+1} - T_i^{j+1}}{h^2} - K_{12i}^j \frac{T_i^{j+1} - T_{i-1}^{j+1}}{h^2} \right\} + K_{13i}^j \frac{T_{i+1}^{j+1} - T_{i-1}^{j+1}}{2h} + \quad (7)$$

$$+ K_{14i}^j T_i^{j+1} + K_{15i}^j \frac{u_{i+1}^{j+1} - u_{i+1}^j - u_i^{j+1} + u_i^j}{h\tau} + Q_i^j + \mu_1 Q_{Ti}^j (T_i^{j+1} - T_i^j)$$

tenglamalar sistemasi orqali, temperatura ta'sirida ko'chishning o'zgarishini esa uch qatlamli oshkor va oshkormas sxemalar bilan ifodalangan [10-11]

$$\frac{u_i^{j+2} - 2u_i^{j+1} + u_i^j}{\tau^2} = K_{21i}^j \left\{ K_{22i+1}^j \frac{u_{i+1}^j - u_i^j}{h^2} - K_{22i}^j \frac{u_i^j - u_{i-1}^j}{h^2} \right\} + K_{23i}^j \frac{u_{i+1}^j - u_{i-1}^j}{2h} + \quad (8)$$

$$+ K_{24i}^j u_i^j + K_{25i}^j \frac{T_{i+1}^{j+1} - T_{i-1}^{j+1}}{2h} + P_i^j + \mu_2 P_{ui}^j (u_i^{j+2} - u_i^{j+1})$$

$$\frac{u_i^{j+2} - 2u_i^{j+1} + u_i^j}{\tau^2} = K_{21i}^j \left\{ K_{22i+1}^j \frac{u_{i+1}^{j+2} - u_i^{j+2}}{h^2} - K_{22i}^j \frac{u_i^{j+2} - u_{i-1}^{j+2}}{h^2} \right\} + K_{23i}^j \frac{u_{i+1}^{j+2} - u_{i-1}^{j+2}}{2h} + \quad (9)$$

$$+ K_{24i}^j u_i^{j+2} + K_{25i}^j \frac{T_{i+1}^{j+1} - T_{i-1}^{j+1}}{2h} + P_i^j + \mu_2 P_{uj}^j (u_i^{j+2} - u_i^{j+1})$$

tenglamalar sistemasi orqali aniqlash mumkin. Bu yerda μ_1 va μ_2 parametrlar Q va P funksiyalarni Pikar ($\mu_1 = \mu_2 = 0$) yoki Nyuton ($\mu_1 = \mu_2 = 1$) usulida chiziqlashtirishni bir xil yozuvda ifodalash uchun kiritilgan ($j = \overline{1, N-1}$; $i = \overline{1, m-1}$). Soddalashtirishlardan so'ng mos ravishda

$$T_i^{j+1} = \left\{ \tau \left[K_{11i}^j \left(K_{12i+1}^j \frac{T_{i+1}^j - T_i^j}{h^2} - K_{12i}^j \frac{T_i^j - T_{i-1}^j}{h^2} \right) + K_{13i}^j \frac{T_{i+1}^j - T_{i-1}^j}{2h} + \right. \right. \quad (10)$$

$$\left. + K_{14i}^j T_i^j + K_{15i}^j \frac{u_{i+1}^{j+1} - u_{i+1}^j - u_i^{j+1} + u_i^j}{h\tau} + Q_i^j - \mu_1 Q_{Ti}^j T_i^j \right] + T_i^j \Bigg\} / (1 - \tau \mu_1 Q_{Ti}^j),$$



$$A_1 T_{i-1}^{j+1} + C_1 T_i^{j+1} + B_1 T_{i+1}^{j+1} = D_1, \quad (11)$$

$$u_i^{j+2} = \left\{ 2u_i^{j+1} - u_i^j + \tau^2 \left[K_{21i}^j \left\{ K_{22i+1}^j \frac{u_{i+1}^{j+1} - u_i^{j+1}}{h^2} - K_{22i}^j \frac{u_i^{j+1} - u_{i-1}^{j+1}}{h^2} \right\} + K_{23i}^j \frac{u_{i+1}^{j+1} - u_{i-1}^{j+1}}{2h} + \right. \right. \\ \left. \left. + K_{24i}^j u_i^j + K_{25i}^j \frac{T_{i+1}^{j+1} - T_{i-1}^{j+1}}{2h} + P_i^j - \mu_2 P_{ui}^j u_i^{j+1} \right] \right\} / (1 - \mu_2 \tau^2 P_{ui}^j), \quad (12)$$

$$A_2 u_{i-1}^{j+2} + B_2 u_i^{j+2} + C_2 u_{i+1}^{j+2} = D_2 \quad (13)$$

ko'rinishdagi hisoblash formulalari hosil bo'ladi. Amaliy hisoblashlarni (10)-(13) formulalarning $\{T_i^{j+1}; u_i^{j+2}\}$ juftlik ko'rinishidagi kombinatsiyalaridan tuziladigan to'rtta variantda olib borish mumkin [12-14]. Ularning qaysi biri samarali ekanini faqat aniq yechimi ma'lum bo'lgan test masalasida tekshirib aniqlash mumkin:

$$\begin{array}{llll} \text{1-Variant:} & \begin{cases} (10) \\ (12) \end{cases} & \text{2-Variant:} & \begin{cases} (10) \\ (13) \end{cases} & \text{3-Variant:} & \begin{cases} (11) \\ (12) \end{cases} & \text{4-Variant:} & \begin{cases} (11) \\ (13) \end{cases} \end{array}$$

Har bir $\{T_i^{j+1}; u_i^{j+2}\}$ juftlik uchun tuzilgan variant yuqoridagi (3)-(5) shartlarning diskret ko'rinishi: $T_i^1 = \eta_0(x_i)$, $T_i^j = \xi_1(t_j)$, $T_m^j = \xi_2(t_j)$, $u_i^1 = \varphi(x_i)$, $\frac{u_i^2 - u_i^1}{\tau} = \psi(x_i)$, $u_1^j = \chi_1(t_j)$, $u_m^j = \chi_2(t_j)$ bilan birgalikda yechiladi. Bu yerda A_s, B_s, C_s, D_s – koeffitsiyentlar (7) va (9) tenglamalardan aniqlanadi ($s=1,2$);

$$K_{11i}^j = K_{11}(x_i, t_j, T_i^j, u_i^j), \quad K_{12i}^j = K_{12}(x_i, t_j, T_i^j, u_i^j), \dots, \quad K_{25i+1}^j = K_{25}(x_{i+1}, t_j, T_{i+1}^j, u_{i+1}^j),$$

$P_i^j = P(x_i, t_j, T_i^j, u_i^j)$, $Q_i^j = Q(x_i, t_j, T_i^j, u_i^j)$, $P_{ui}^j = P_u(x_i, t_j, T_i^j, u_i^j)$, $Q_{Ti}^j = Q_T(x_i, t_j, T_i^j, u_i^j)$ – berilgan funksiyalar.

TAHLIL VA NATIJALAR

Test masalasi. Variantlarni taqqoslash uchun (1)-(5) masalaning berilganlari $K_{11} = K_{12} = 1$, $K_{13} = K_{14} = 0$, $K_{15} = T^{n_1}$, $K_{21} = K_{22} = 1$, $K_{23} = K_{24} = 0$, $K_{25} = T^{n_2}$, $Q = T(T^{n_1-1}u - 2)$, $Q_T = n_1 T^{n_1-1}u - 2$, $P = T^{n_2+1}$, $P_u' = 0$, $\chi_2(t) = \sin(1+t)$, $\xi_1(t) = e^{-t}$, $\xi_2(t) = e^{-(1+t)}$ deb tanlandi; bunda aniq yechim $T(x, t) = e^{-(x+t)}$ va $u(x, t) = \sin(x+t)$ ko'rinishida ma'lum bo'ladi. Ω soha o'zgarmas qadamli to'rga $a=0$, $b=1$, $t_0 = 0$, $T^* = 1$,

$m = n = 10$, $n_1 = 4$, $n_2 = 2$ qiymatlarida keltirildi, vaqt qatlamlari orasidagi iteratsion jarayonning to'xtash sharti sifatida $\varepsilon=0.001$ aniqlik olindi. 3-variant bilan hisoblaganda iteratsiyalar soni birorta qatlamda ham 3 tadan oshmadi. P va Q funksiyalarni Nyuton usulida chiziqlashtirilganda ($\mu_1 = \mu_2 = 1$) nisbiy xatolikning maksimal qiymati 1.58 % dan, Pikar usulida ($\mu_1 = \mu_2 = 0$) esa 2.08 % dan oshmadi. Chiziqsiz hadlarni oldingi vaqt qatlamidagi qiymatlar orqali ham chiziqlashtirish mumkin. Bu usul Pikar usuli bilan amalda bir xil natija beradi, Nyuton usuli esa ikkalasidan ham aniqroq chiqadi. Buning sababi oddiy: Nyuton usuli manba funksiyasining hosilasini ham hisobga oladi, shuning uchun har bir qatlamda chiziqsizlik to'laroq aks etadi. 1-2 jadvallarda Ω sohaning $x=0.222, 0.556, 0.889$; $t=0.222, 0.556$ nuqtalarida aniq yechim, uch xil chiziqlashtirish usulida olingan taqribiy yechimlar, hamda absolyut va nisbiy xatoliklar keltirilgan (1-jadval).



1-jadval

U(x,t) ko'chish funksiyasi uchun aniq va taqribiy yechimlarning chiziqlashtirish
usullari bo'yicha taqqoslanishi va nisbiy xatoliklari (%)

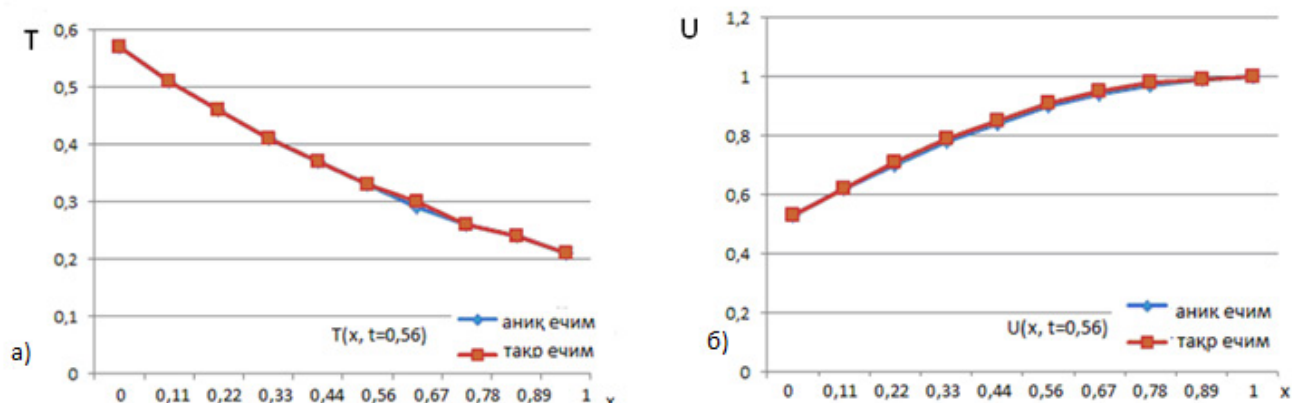
t/x	U(x,t)	0.222	0.556	0.889
0.222	Aniq yechim (U)	0.4300	0.7017	0.8962
	Taqr.yechim: Nyuton usuli (U_N)	0.4331	0.7085	0.9007
	Taqr.yechim: Pikar usuli (U_p)	0.4330	0.7085	0.9007
	Taqr.yechim: Vaqt bo'yicha (U_v)	0.4330	0.7085	0.9007
	$\Delta U_N = U - U_N $ Nyuton usulida	0.0031	0.0068	0.0045
	$\Delta U_p = U - U_p $ Pikar usulida	0.0030	0.0068	0.0045
	$\Delta U_v = U - U_v $ Vaqt bo'yicha	0.0030	0.0068	0.0045
	$ \Delta U_N / U $ (%) Nyuton usulida	0.7279	0.9763	0.5008
	$ \Delta U_p / U $ (%) Pikar usulida	0.7010	0.9756	0.5039
	$ \Delta U_v / U $ (%) Vaqt bo'yicha	0.7010	0.9756	0.5039
0.556	Aniq yechim (U)	0.7017	0.8962	0.9920
	Taqr.yechim: Nyuton usuli (U_N)	0.7085	0.9073	0.9949
	Taqr.yechim: Pikar usuli (U_p)	0.7080	0.9071	0.9949
	Taqr.yechim: Vaqt bo'yicha (U_v)	0.7080	0.9071	0.9949
	$\Delta U_N = U - U_N $ Nyuton usulida	0.0068	0.0111	0.0045
	$\Delta U_p = U - U_p $ Pikar usulida	0.0063	0.0109	0.0045
	$\Delta U_v = U - U_v $ Vaqt bo'yicha	0.0063	0.0109	0.0045
	$ \Delta U_N / U $ (%) Nyuton usulida	0.9737	1.5763	0.2877
	$ \Delta U_p / U $ (%) Pikar usulida	0.8994	1.5510	0.2919
	$ \Delta U_v / U $ (%) Vaqt bo'yicha	0.8994	1.5510	0.2919

2-jadval

T(x,t) temperatura maydoni uchun aniq va taqribiy yechimlarning chiziqlashtirish
usullari bo'yicha taqqoslanishi va nisbiy xatoliklari (%)

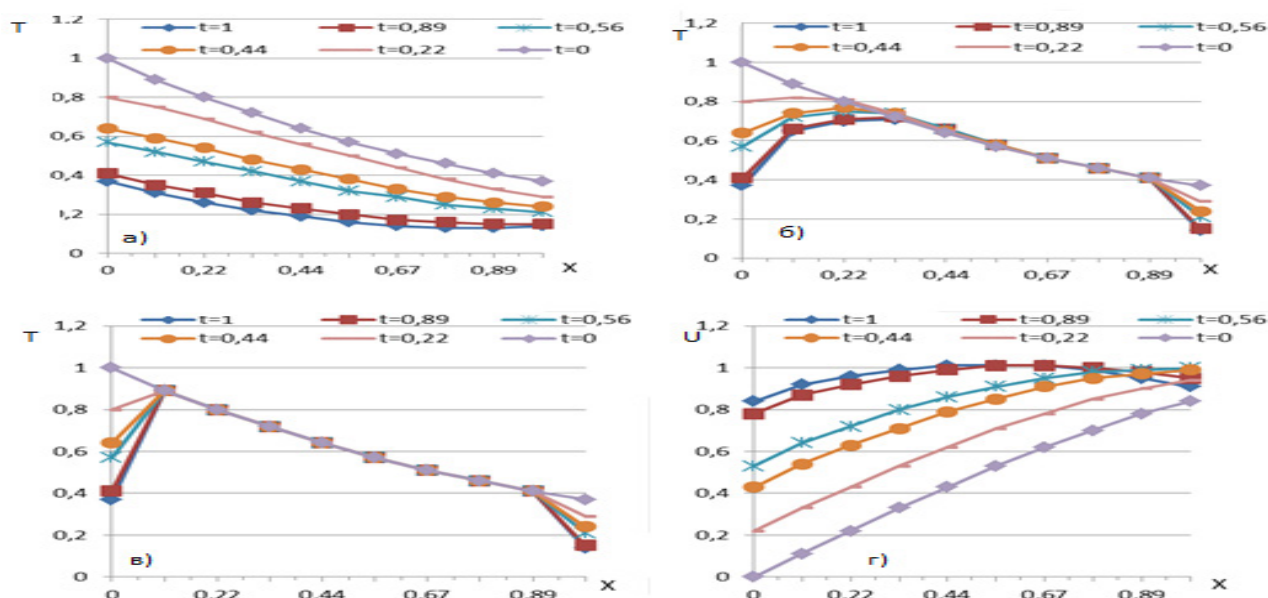
t/x	T(x,t)	0.222	0.556	0.889
0.222	Aniq yechim (T)	0.6412	0.4594	0.3292
	Taqr.yechim: Nyuton usuli (T _N)	0.6409	0.4595	0.3293
	Taqr.yechim: Pikar usuli (T _p)	0.6343	0.4512	0.3262
	Taqr.yechim: Vaqt bo'yicha (T _v)	0.6343	0.4512	0.3262
	ΔT _N = T-T _N Nyuton usulida	0.0003	0.0001	0.0001
	ΔT _p = T- T _p Pikar usulida	0.0069	0.0082	0.0030
	ΔT _v = T- T _v Vaqt bo'yicha	0.0069	0.0082	0.0030
	ΔT _N /T (%) Nyuton usulida	0.0441	0.0146	0.0416
	ΔT _p /T (%) Pikar usulida	1.0731	1.7916	0.9161
	ΔT _v /T (%) Vaqt bo'yicha	1.0731	1.7916	0.9161
0.556	Aniq yechim (T)	0.4594	0.3292	0.2359
	Taqr.yechim: Nyuton usuli (T _N)	0.4598	0.3300	0.2363
	Taqr.yechim: Pikar usuli (T _p)	0.4539	0.3222	0.2334
	Taqr.yechim: Vaqt bo'yicha (T _v)	0.4539	0.3222	0.2334
	ΔT _N = T- T _N Nyuton usulida	0.0004	0.0008	0.0001
	ΔT _p = T- T _p Pikar usulida	0.0056	0.0069	0.0030
	ΔT _v = T- T _v Vaqt bo'yicha	0.0056	0.0069	0.0030
	ΔT _N /T (%) Nyuton usulida	0.0907	0.1651	0.1621
	ΔT _p /T (%) Pikar usulida	1.2098	1.5122	1.0515
	ΔT _v /T (%) Vaqt bo'yicha	1.2098	1.5122	1.0515

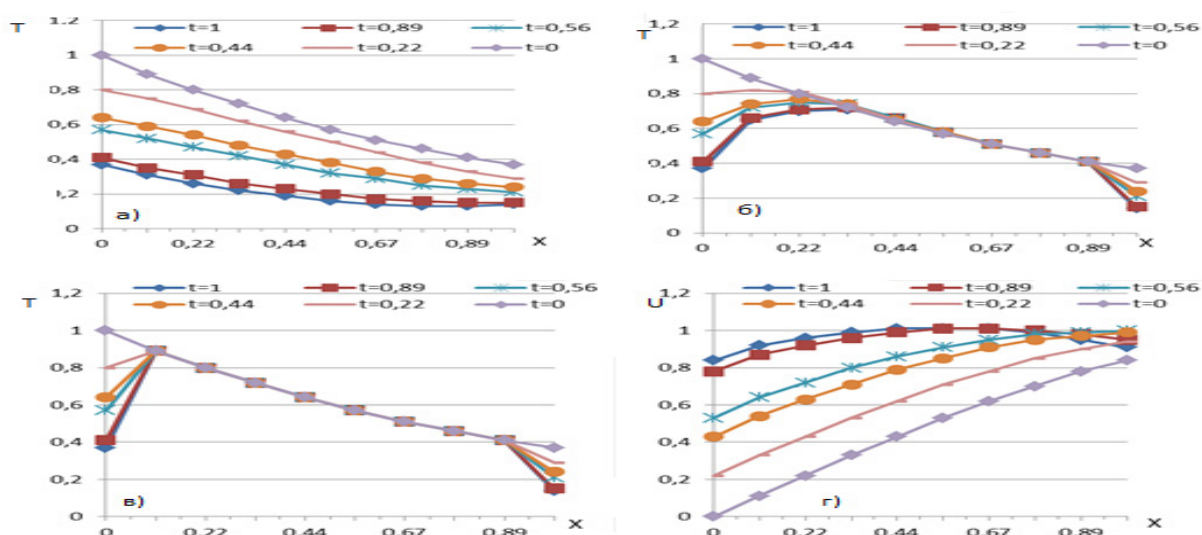
1-rasmda test masalasini Nyuton usuli va eng samarali 3-variant bilan yechishda olingan sonli va aniq yechimlar ko'rsatilgan. Ikkala grafik amalda ustma-ust tushadi – bu tanlangan sxemaning aniqligini ham, algoritim va dasturning to'g'ri ishlashini ham tasdiqlaydi (1-rasm).



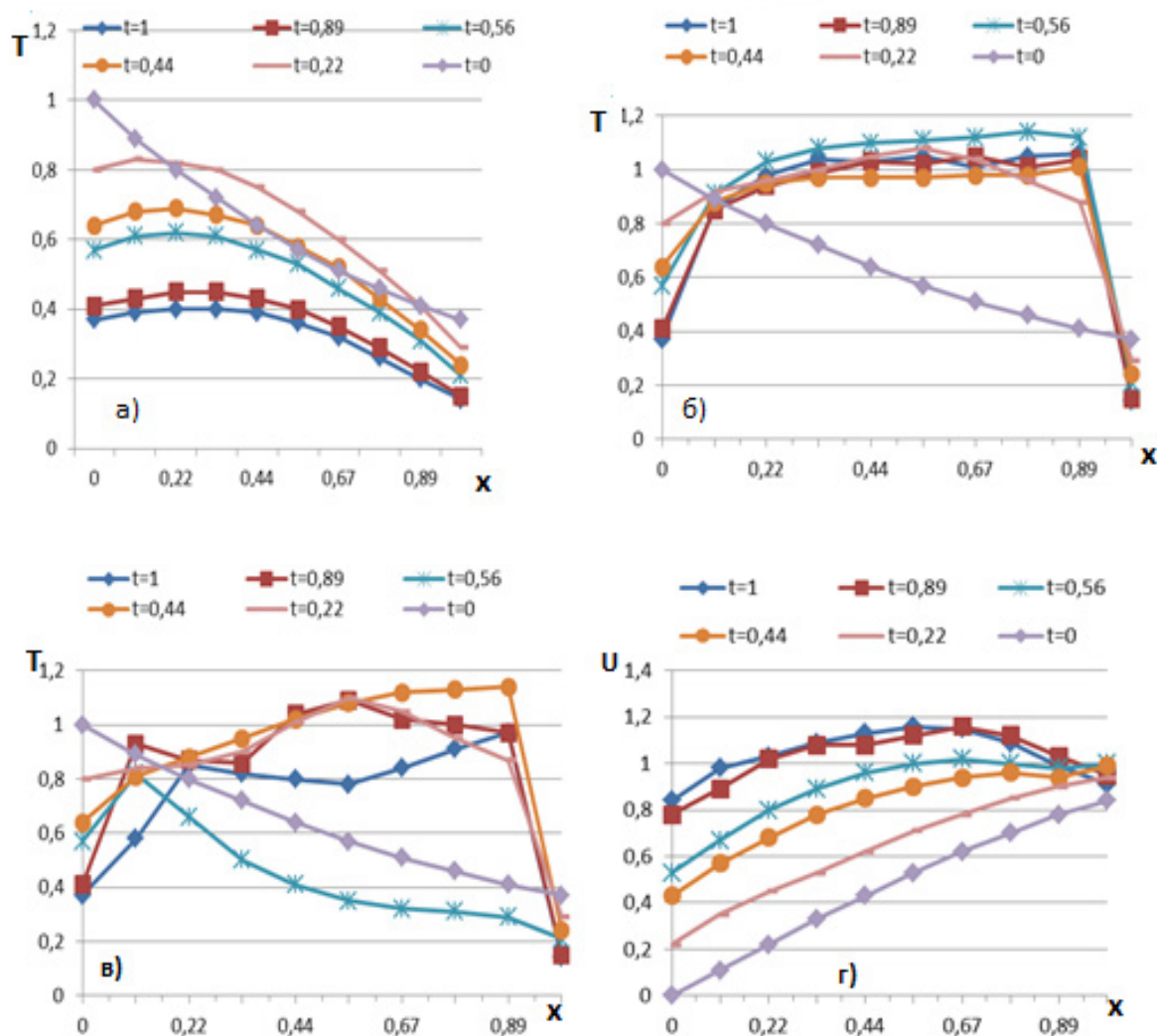
1-rasm. Fiksirlangan $t=0.56$ vaqtda: a) temperaturaning, b) ko'chishning Ox o'qi bo'yicha aniq va taqribiy yechimlari

Dastur to'g'ri ishlashiga ishonch hosil qilingach, test masalasida issiqlik manbasi vazifasini bajaruvchi Q funksiyaning $Q=0$ va $Q=e^x$ hollari uchun tenglamalardagi n_1 va n_2 darajali chiziqli koeffitsiyentlar ($K_{15}=T^{n_1}$ va $K_{25}=T^{n_2}$) ning sonli yechimga ta'siri o'rganildi. Buning uchun $n_2=2$ o'zgarmas deb olinib, n_1 0 dan 126 gacha o'zgartirildi; natijalar 2- va 3-rasmlarda keltirilgan. $Q=0$ bo'lganda temperatura funksiyasining turli vaqtlardagi ($t=0; 0.22; 0.44; 0.56; 0.89; 1$) grafiklari (3) boshlang'ich shartdagi $\eta_0(x)$ funksiyasi grafigidan pastda joylashadi. Demak, $\eta_0(x)$ ni temperatura uchun yuqori yechim sifatida qarash mumkin. Ko'chish funksiyasi esa aksincha: uning grafiklari (3) boshlang'ich shartdagi $\varphi(x)$ funksiyasi grafigidan yuqorida yotadi, ya'ni $\varphi(x)$ ko'chish uchun quyi yechim bo'lib xizmat qiladi. Manba funksiyasi $Q=e^x$ ko'rinishida berilganda temperatura o'zgarishida o'ziga xos holatlar kuzatiladi, ko'chish funksiyasida esa bunday keskin o'zgarishlar yo'q. Bu kuzatuv chiziqli koeffitsiyentlar darajasining temperatura maydoniga ko'chishga qaraganda sezgirroq ta'sir qilishini ko'rsatadi (2-rasm, 3-rasm).





2-rasm. Tenglamada $Q=0$ hol uchun temperaturaning a) $n_1=0$; b) $n_1=10$; v) $n_1=126$ va ko'chishning g) $n_1=126$ o'zgarishi grafiklari



3-rasm. Tenglamada $Q = e^T$ hol uchun temperaturaning a) $n_1=0$; b) $n_1=10$; v) $n_1=16$ va ko'chishning g) $n_1=16$ o'zgarishi grafiklari



XULOSA VA TAKLIFLAR

Izotrop sterjen uchun bog'liq dinamik termoplastik masala to'rt usulida yechildi hamda ayirmali sxemalarning o'rtta kombinatsiyasi test masalasida taqqoslandi. Olingan natijalar quyidagilarni ko'rsatdi:

- Temperatura uchun oshkormas, ko'chish uchun oshkor sxemani (3-variant) Nyuton usuli bilan birlashtirish eng kichik xatolikni ta'minlaydi;
- Pikar usuli va oldingi vaqt qatlami bo'yicha chiziqlashtirish bir xil natijani beradi;
- Barcha hollarda iteratsiyalar soni uchtdan oshmaydi.

Shuningdek, chiziqsiz koeffitsiyentlar darajasi ortib borishi bilan temperatura maydoni sezilarli darajada o'zgarishi, ko'chish maydoni esa barqaror saqlanib qolishi aniqlandi. Taklif etilgan algoritm va dasturlar majmuasi ushbu turdagi chiziqsiz amaliy masalalarni yechishda metodik asos sifatida foydalanish uchun tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Khaldjigitov, A. A., Kalandarov, A. A., & Yusupov, Y. S. (2019). Coupled problems of thermoelasticity and thermoplasticity. Tashkent: Fan va texnologiya, 203 p.
2. Yusupov, Y. S. (2022). Numerical solution of a two-dimensional dynamic related problem of thermal support. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 5, 125–134.
3. Khaldjigitov, A. A., Yusupov, Y. S., Khudazarov, R. S., & Sagdullaeva, D. A. (2019). On the thermoplasticity constitutive relations for isotropic and transversely isotropic materials. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD), 9(4), 467–478.
4. Khaldjigitov, A. A., Yusupov, Y. S., Rasedee, A. F. N., & Long, N. N. (2019, April). Mathematical modeling and simulation of the coupled strain space thermoplasticity problems. Journal of Physics: Conference Series, 1212(1), 012023. IOP Publishing.
5. Yusupov, Yu. S. (2019). Chislennoe reshenie svyazannoy dinamicheskoy termouprugoplasticheskoy zadachi, osnovannoy na deformatsionnoy teorii. Problemy vychislitel'noy i prikladnoy matematiki, 4(22), 101–110.
6. Yusupov, Y. S., & Babadjanov, M. R. (2019). Numerical solution of a three-dimensional coupled thermoplastic problem based on deformation theory. The International Journal of Science & Technoledge, 7(9), 118–125.
7. Xaldjigitov, A. A., Yusupov, Yu. S., & Adambaev, U. E. (2019). Chislennoe modelirovanie svyazannoy dvumernoy dinamicheskoy zadachi termoplastichnosti. Vestnik Ilm sarchashmalari, 11, 12–15.
8. Yusupov, Y., & Khaldjigitov, A. A. (2017). Mathematical and numerical modeling of the coupled dynamic thermoplastic problem. Universal Journal of Computational Mathematics, 5(2), 34–43.
9. Yusupov, Yu. S., & Xasanov, K. A. (2014). Chislennoe reshenie odnomernoy termoplasticheskoy zadachi dlya izotropnyx tel. Upravlenie innovatsiyami: teoriya, metodologiya, praktika, 11, 131–138.
10. Yusupov, Yu. S., Xujakulov, Sh. A., & Xudayarov, Sh. Sh. (2014). Chislennoe reshenie dvuxmernoy svyazannoy termoplasticheskoy zadachi osnovannoy na deformatsionnoy teorii. Upravlenie innovatsiyami: teoriya, metodologiya, praktika, 11, 138–144.
11. Yusupov, Y. S., & Khaldjigitov, A. A. Numerical solution of the coupled dynamic problems based on the deformation and flow thermoplasticity theories.
12. Khaldjigitov, A. A., Qalandarov, A. A., Yusupov, Y. S., & Sagdullaeva, D. A. (2013). Numerical modelling of the 1D thermoplastic coupled problem for isotropic materials. Acta TUIT, 1.
13. Yusupov, Yu. S. (2022). Numerical solution of a two-dimensional dynamic related problem of thermal support. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 5, 125–134.
14. Yusupov, Yu. S., & Abduvoitov, S. A. (2022). Matematicheskoe i chislennoe reshenie dvumernoy svyazannoy zadachi termouprugosti na osnove deformatsionnoy teorii. Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities, 11, 189–199.
15. Khaldjigitov, A. A., Yusupov, Yu. S., Adambaev, U. E., & Sagdullaeva, D. A. (2022). Numerical solution of two-dimensional coupled thermoplastic problems. AIP Conference Proceedings, 2637(1), 040007. <https://doi.org/10.1063/5.0118532>
16. Yusupov, Y. S., & Xolmatova, Ch. M. (2023). Numerical modelling of the one-dimensional thermoplastic coupled problem for isotropic materials using deformation theory. European Journal of Engineering and Technology, 15, 71–77.
17. Biot, M. A. (1956). Thermoelasticity and irreversible thermodynamics. Journal of Applied Physics, 27(3), 240–253.



18. Nowacki, W. (1986). Thermoelasticity (2nd ed.). Oxford: Pergamon Press.
19. Hetnarski, R. B., & Eslami, M. R. (2009). Thermal Stresses – Advanced Theory and Applications. Dordrecht: Springer.
20. Simo, J. C., & Miehe, C. (1992). Associative coupled thermoplasticity at finite strains: Formulation, numerical analysis and implementation. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 98(1), 41–104.
21. Armero, F., & Simo, J. C. (1992). A new unconditionally stable fractional step method for non-linear coupled thermomechanical problems. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 35(4), 737–766.
22. Samarskii, A. A. (2001). The Theory of Difference Schemes. New York: Marcel Dekker.



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz HAKIMOV

Musahhih: Zokir ALIBEKOV

Sahifalovchi va dizayner: Hasan MAQSUDOV

2026. № 9/4

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Yashil" iqtisodiyot va taraqqiyot" 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.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga maqola, reklama, hikoya va boshqa ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.
Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

El.Pochta: sq143235@gmail.com

Bot: @iqtisodiyot_77

Tel.: 93 718 40 07

Jurnalga istalgan payt quyidagi rekvizitlar orqali obuna bo'lishingiz mumkin. Obuna bo'lgach, @iqtisodiyot_77 telegram sahifamizga to'lov haqidagi ma'lumotni skrinshot yoki foto shaklida jo'natishingizni so'raymiz. Shu asosda har oygi jurnal yangi sonini manzilingizga jo'natamiz.

"Yashil" iqtisodiyot va taraqqiyot" jurnali 03.11.2022-yildan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №566955 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.

Litsenziya raqami: №046523. PNFL: 30407832680027

Manzilimiz: Toshkent shahar, Mirzo Ulug'bek tumani
Kumushkon ko'chasi, 26-uy.



Jurnal sayti: <https://yashil-iqtisodiyot-taraqqiyot.uz>