

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

№2

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

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, 531 sahifa.
2026-yil, fevral

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afrovich, 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 modellashtirish
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.09.01 – 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 TASHKILYI 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 MOLIYAVIY RISKLAR: BAHOLASH VA MINIMALLASHTIRISH STRATEGIYALARI	58
Xalikulova Shirin Utkir qizi	
“ANDIJONDONMAHSULOT” AJ MISOLIDA XARAJATLARNING STRATEGIK BOSHQARUV HISOBİ: AMALIY TAHLIL VA TAKOMILLASHTIRISH TAVSIYALARI	62
Xayitboyeva Laylo Oybekovna	
XORIJİY MAMLAKATLARNING NORASMIY IQTISODIYOT DARAJASINI PASAYTIRISHDAGI TAJRIBASI	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 MOLIYAVIY 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 CHIQISHIDA FAOL MARKETING VOSITALARIDAN FOYDALANISH HOLATI VA MUAMMOLARI	134
Baqoyev Sunnatillo Burxon o'g'li	
TADBIRKORLIK FAOLIYATIGA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISHNING ILMIIY-NAZARIY ASOSLARI	139
Salaydinov Shodiyor Nizom o'g'li	
TO'QIMACHILIK SANOATIDA INVESTITSION LOYIHALARNI BOSHQARISH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISHNING TASHKILIIY-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 MOLIYAVIY 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 KLASTER MODELINI JORIY ETISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI	235
<i>Normurodova Zebo Eshmaxmatovna</i>	
RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA INVESTITSIYA FAOLIYATINI BOSHQARISH	240
<i>Xatamov Nurbek Ochildiyevich, 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 Shohrux 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 Berdiyrovich, Bekishev Allabergen Yergashevich, Saodullayev Abror Saypullayevich, Qurbonov Najmiddin Abduxamidovich</i>	
YASHIL IQTISODIYOT SHAROITIDA KICHIK VA O'RTA BIZNESNI BARQAROR RIVOJLANTIRISHNING INSTITUTIONAL VA INVESTITSION MEXANIZMLARINI 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 INTEGRATSIIYASI	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 ALMGS1 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'liqin 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 MODELI	395
Qurbanova Muazzam Fazliddinova	
IQTISODIYOTNING TRANSFORMATSİYALASHUVI 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 CHIQUISH	423
Boliyeva Dilrabo Nurbek qizi	
YASHIL IQTISODIYOT LOYIHALARINI MOLIYALASHTIRISHDA DAVLAT-XUSUSIY SHERIKLIK (DXSH)NING AHAMIYATI	429
Ergashev Axmadjon Maxmudjon o'g'li	
NAMANGAN VILOYATIDA TURIZM SOHASINI RIVOJLANTIRISHNING STRATEGIK YO'NALISHLARI	434
Otaylor Usmonaliyev	
TIJORAT BANKLARIDA VALYUTA ARBITRAJI VA UNING MOHIYATI	440
Yaxyayev Ziyodilla Lutfullayevich	
TIJORAT BANKLARI TOMONIDAN ALOQA SOHASINI MOLIYALASHTIRISHNING NAZARIY JIHATLARI	443
Mirzaraximova Aziza Azimdjanovna	
DON VA UN MAHSULOTLARINI QAYTA ISHLASH KORXONALARIDA MARKETING FAOLIYATINI BOSHQARISH XUSUSIYATLARI	450
Boyjigitov Sanjarbek Komiljon o'g'li	
SURXONDARYO VILOYATIDA TUXUM ISHLAB CHIQUARISHNING JORIY HOLATI TAHLILI	454
Ismoilov Zuhridin Sayitqulovich	
ZAMONAVIY TURAR-JOY ME'MORCHILIGIDA MILLIYLIK VA AN'ANAVIYLIKNING O'RNI VA AHAMIYATI	459
Toshniyozov Otabek Hakimovich	
MARKAZIY QIZILQUM FOSFORIT RUDALARIDAN QIMMATBAHO KOMPONENTLARNI KOMPLEKS AJRATISH TEXNOLOGIYASI	464
Eshonqulov Uchqun Xudaynazar o'g'li, Ruzibayeva Dildora Akramovna, Xushvaqtova Dilshoda Shavkat qizi	



BANKLARDA CHAKANA KREDITLASH JARAYONLARINI RAQAMLASHTIRISH TARTIBI	470
Axmedova Dilrabo Kurbondurdi qizi	
TADBIRKORLIK VA KICHIK BIZNESNI QO‘LLAB-QUVVATLASHNING XALQARO MODELLARI HAMDA ULARNING AMALIY AHAMIYATI	476
Nodirbek Shavkatovich Mirzaaxmedov	
DAVLAT FUQAROLIK XIZMATIDA XOTIN-QIZLARNING BOSHQARUV KARYERASI: MOHIYATI, ZARURIYATI VA ILMIY-NAZARIY ASOSLARI	483
Abduraxmonova Feruzabonu	
ASOSIY KAPITALGA INVESTITSİYALARNI MOLIYALASHTIRISHNING RIVOJLANAYOTGAN MAMLAKATLAR TAJRIBALARI	489
Xoshimov Sobir Murtazayevich	
QURILISH MATERIALLARI ISHLAB CHIQARUVCHI KORXONALARDA MARKETING FAOLIYATINING TASHKILY TUZILMASINI OPTIMALLASHTIRISH	495
Uzakova Umida Ruziyevna	
OLIY TA‘LIMNI MOLIYALASHTIRISH SAMARADORLIGI VA PROFESSOR-O‘QITUVCHI–TALABA NISBATI O‘RTASIDAGI IQTISODIY BOG‘LIQLIK.....	502
Dusanov Salim Mamarasulovich	
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЫ AML: АНАЛИЗ ПРАКТИК ВЕДУЩИХ БАНКОВ И СТРАН СНГ	507
Рашидов Авазбек Рахимович	
BOJXONA TIZIMINI RAQAMLASHTIRISHDAGI MAVJUD MUAMMOLAR TAHLILI	516
Radjapova Latofat Sardorovna	
DEFORMATSIYALANUVCHAN STANDART CHIZIQLI QATTIQ (STANDARD LINEAR SOLID MODEL, SLS) MODEL ISHLAB CHIQISH VA SONINI TAHLIL QILISH	523
Ahmadov Ilhom Aktam o‘g‘li, Faxriddinova Rayhona Vahobjon qizi, Rustamova Ruxsora Kamtar qizi	



DEFORMATSIYALANUVCHAN STANDART CHIZIQLI QATTIQ (STANDARD LINEAR SOLID MODEL, SLS) MODEL ISHLAB CHIQUISH VA SONINI TAHLIL QILISH



Ahmadov Ilhom Aktam o'g'li

Navoiy davlat universiteti

tayanch doktoranti

ORCID: [0009-0008-8037-1966](https://orcid.org/0009-0008-8037-1966)

ilhohmahmadov0516@gmail.com



Faxriddinova Rayhona

Vahobjon qizi

Navoiy davlat universiteti magistranti

rayhonafaxriddinova0705@gmail.com

Rustamova Ruxsora Kamtar qizi

Navoiy davlat universiteti magistranti

oktamovaruxsora635@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada yopishqoq-elastik materiallarning mexanik xatti-harakatini tavsiflovchi Standard Linear Solid (SLS) modeli o'rganilgan. SLS modeli Maksvell va Kelvin–Voigt modellari kombinatsiyasi orqali elastik va yopishqoqlik xususiyatlarini hisobga oladi. Maqolada modelning matematik tavsifi, Maxwell elementiga asoslangan tenglamalar va ularning yechimlari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, deformatsiyaning vaqtga bog'liqligi eksponensial funksiyalar orqali ifodalanadi va parametrlar (E_1 , E_2 , μ) ta'siri tahlil qilingan. Python dasturlash tili yordamida graflar chizilgan. Tadqiqot natijalari materiallar mexanik xatti-harakatini modellashtirishda amaliy qo'llanilishi mumkinligini ta'kidlaydi.

Kalit so'zlar: yopishqoqlik, Standart chiziqli qattiq model (SLS), Maksvell modeli, Kelvin–Voigt modeli, elastiklik moduli, yopishqoqlik koeffitsiyenti, deformatsiya, differensial tenglamalar.

Abstract. This article studies the Standard Linear Solid (SLS) model, which describes the mechanical behavior of viscoelastic materials. The SLS model accounts for both elastic and viscous properties through a combination of Maxwell and Kelvin–Voigt models. The mathematical formulation of the model, Maxwell-based equations, and their solutions are discussed. Additionally, the time-dependence of deformation is expressed using exponential functions, and the influence of parameters (E_1 , E_2 , μ) is analyzed. Graphs were plotted using Python programming language. The results emphasize the practical applicability of the model in simulating the mechanical behavior of materials.

Keywords: viscosity, Standard Linear Solid (SLS) model, Maxwell model, Kelvin–Voigt model, Elastic modulus, Viscosity coefficient, Deformation, Differential equations.

Аннотация. В данной статье изучена модель Standard Linear Solid (SLS), описывающая механическое поведение вязко-упругих материалов. Модель SLS учитывает как эластические, так и вязкие свойства за счет комбинации моделей Максвелла и Кельвина–Фойгта. В статье рассмотрено математическое описание модели, уравнения на основе элемента Максвелла и их решения. Кроме того, зависимость деформации от времени выражена через экспоненциальные функции, проанализировано влияние параметров (E_1 , E_2 , μ). С помощью языка программирования Python построены графики. Результаты исследования подчеркивают практическую применимость модели при моделировании механического поведения материалов.

Ключевые слова: вязкость, Модель Standard Linear Solid (SLS), Модель Максвелла, Модель Кельвина–Фойгта, Модуль упругости, Коэффициент вязкости, Деформация, Дифференциальные уравнения.

KIRISH

Deformatsiyalanuvchan qattiq jismlar, suyuqlik va gaz mexanikasi hamda ko'p fazali muhitlar mexanikasi zamonaviy sanoat va muhandislik jarayonlarida muhim o'rin tutadi. Ayniqsa, murakkab reologiyali yopishqoq-elastik muhitlarning xatti-harakatini o'rganish gidrotransport tizimlari, burg'ulash va neft-gaz qazib olish jarayonlarida katta amaliy ahamiyatga ega. Bunday muhitlar deformatsiyaga vaqtga bog'liq ravishda javob beradi va ularni klassik elastik yoki sof yopishqoq modellar bilan to'liq tavsiflab bo'lmaydi.

Shu sababli kombinatsiyalangan reologik modellar qo'llaniladi. Ulardan biri — SLS (Standard Linear Solid) modeli bo'lib, u James Clerk Maxwell modeli hamda William Thomson, 1st Baron Kelvin – Woldemar Voigt modeli elementlari asosida tuzilgan. Ushbu model vaqtga bog'liq deformatsiya va relaksatsiya jarayonlarini birgalikda tavsiflaydi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Mualliflarning [1, 5, 9] ishlarida asosan SLS ning differensial tenglamalari va ularni turli shartlar asosida aniq yechimlari keltirib o'tilgan. Ayniqsa, chegaraviy shartlar asosida aniq yechimlar ko'rsatilgan. Ushbu ish doirasida esa ularning qilgan ishlariga bog'liq masalalar sonli usullar yordamida oraliq qiymatlarni topish va qaysi parametr ko'proq o'zgarishga sabab bo'layotgani keltirib o'tilgan.

[7] monografiyada esa tarkibida qattiq zarrachalar mavjud bo'lgan ko'p fazali suyuqliklarning kuch ta'sirida deformatsiyalanishining yangi xossasi orqali gidrotransport jarayoni o'rganilgan. Unga ko'ra, gidrotransport jarayoni nafaqat zarrachalarning ko'chishi, balki moddalarning ham ko'chishi nazariy asoslanib keltirib chiqarilgan.

Sonli tahlil tadqiqot jarayonida muhim sanaladi. Shu sababli mualliflarning [2] ishida turli sonli tadqiqot usullari batafsil yoritilgan. Qolaversa, differensial tenglamalarni sonli tadqiq qilish uchun alohida 2 ta bob va takrorlash uchun amaliy masalalar keltirilgan. Qilingan ishlarning ba'zilaridan yo'nalishlarda foydalanish uchun ularga ayrim qo'shimchalar qo'shish va izohlar berilishi kerak, deb hisobladik. Ushbu maqola keng ommaga foydali bo'ladi, degan umiddamiz.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur maqolaning maqsadi — SLS modeli asosida yopishqoq-elastik muhitlarning deformatsiya jarayonini nazariy va sonli usullar yordamida tahlil qilish hamda model parametrlarining relaksatsiya tezligiga ta'sirini aniqlashdir. Ish davomida differensial tenglama chiqarildi, o'zgarish kuchlanish holati uchun analitik yechim olindi va Python dasturi yordamida parametrik tahlil amalga oshirildi.

Olingan natijalar model parametrlarining deformatsiya so'nish tezligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi va amaliy muhandislik masalalarida material xususiyatlarini baholashda qo'llanishi mumkin.

Tahlil va natijalar

SLS — bu yopishqoq muhitlarning mexanik javobini ifodalovchi model bo'lib, Maksvell va Kelvin–Voigt modellari kombinatsiyasidan iborat. U elastik va yopishqoq (qovushqoq) xususiyatlarni hisobga olgan holda kuchlanish va deformatsiya o'rtasidagi bog'lanishni tavsiflaydi. Bu model yopishqoq va elastik o'zgarishlarni birgalikda tavsiflagani uchun ko'plab muhandislik va ilmiy tadqiqot sohalarida ishlatiladi [1, 4, 5, 9].

SLS modeli ikkita prujina va bitta dempferdan (yopishqoq elementdan) iborat: Elastik prujina (E_1) — bu element kuch ta'sir qilishi bilan darhol deformatsiyaga uchraydi va kuch ta'siri olib tashlangandan so'ng asl holatiga qaytadi. Maksvell elementi (E_2) — bu qism bitta prujina (E_2) va bitta dempferdan (yopishqoq elementdan) seriyasidan (ketma-ketligidan) iborat bo'ladi. Bu element vaqt o'tishi bilan deformatsiyalanadi va tiklanishi ham vaqt talab qiladi [1–4].

Modelning xususiyatlari. Darhol javob beruvchi elastik qismi (prujina E_1) kuch ta'sir qilganda tez deformatsiyalanadi. Vaqtga bog'liq javob beruvchi viskoelastik qismi esa (Maksvell elementi — E_2) vaqt o'tishi bilan kechikib reaksiyaga kirishadi.

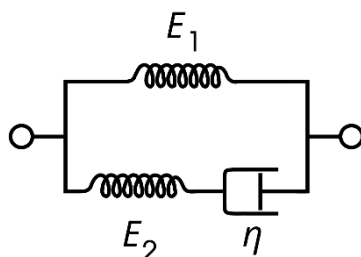
SLS modelining asosiy xususiyatlaridan biri shuki [1, 5, 7]:

Kelvin–Voigt modeli — faqat vaqt o'tishi bilan deformatsiyalanadi.

Maksvell modeli — kuchlanish bir tekis taqsimlanganda deformatsiya davom etadi.

SLS modelida esa — ikkala jarayon ham o'z ichiga olinadi va real materiallar xatti-harakatiga yaqin natijalar beradi.

SLS ning ikki turdagi tenglamasi mavjud bo'lib, har ikkisi ham materialning turiga bog'liq ravishda tadqiqotchilarning tajribalariga ko'ra tanlanadi. Hozirgi kunga kelib zamonaviy usullar va modellar topilganini hisobga oladigan bo'lsak, ularning barchasining asosida ushbu modellar yotadi, deyish to'g'ri bo'ladi. Har ikkala tenglamani isbotlash yangi modellarni topishda muhim rol o'ynaydi. Ushbu maqolada tenglamalarni keltirib chiqarish, tenglamalardan natijalar olish va AKTdan foydalanish orqali natijalar tahlili ko'rib chiqiladi. Dastlab Maxwell modeliga asoslangan SLS ni ko'rib chiqamiz (1-rasm).

1-rasm. prujina va bitta dempferdan tashkil topgan SLS¹

Birinchi rasmda ikkita elastik prujina va bitta dempferdan iborat bo'lgan SLS keltirilgan. Bu modelni Maxwell modeliga asoslangan, deyishimizning asosiy sababi, pastki qismi Maxwell modelidan tashkil topganidir.

Maxwell modeliga asosan

$$\frac{\dot{\sigma}}{E_2} + \frac{\sigma}{\mu} = \dot{\varepsilon} \quad (1)$$

SLS da deformatsiya bir xil bo'ladi, kuchlanishlar esa parallel bo'lganligi tufayli tarmoqlar bo'yicha taqsimlanadi.

$$\varepsilon_u = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 \text{ va } \sigma_u = \sigma_1 + \sigma_2 \quad (2)$$

Bu tenglamalar sistemasini yechish uchun quyidagilarni topamiz.

$$\sigma_1 = E_1 \varepsilon_1 \quad (3)$$

$$\frac{\dot{\sigma}_2}{E_2} + \frac{\sigma_2}{\mu} = \dot{\varepsilon}_2 \text{ Maxwell modeli} \quad (4)$$

$$\sigma_u - \sigma_1 = \sigma_2 \quad (5)$$

Agar (5) formulani (4) ga qo'llasak quyidagi natijani olamiz.

$$\frac{\dot{\sigma}_u - \dot{\sigma}_1}{E_2} + \frac{\sigma_u - \sigma_1}{\mu} = \dot{\varepsilon}_2 \quad (6)$$

(6) ga (3) ni qo'llab

$$\frac{\dot{\sigma}_u - E_1 \dot{\varepsilon}_1}{E_2} + \frac{\sigma_u - E_1 \varepsilon_1}{\mu} = \dot{\varepsilon}_2 \quad (7)$$

(2) sistemadagi $\varepsilon_u = \varepsilon_1 = \varepsilon_2$ ga asosan (7) formulani quyidagi ko'rinishda yozib olamiz.

$$\frac{\dot{\sigma}_u - E_1 \dot{\varepsilon}_u}{E_2} + \frac{\sigma_u - E_1 \varepsilon_u}{\mu} = \dot{\varepsilon}_u \quad (8)$$

Bu esa o'z navbatida umumiy kuchlanish va umumiy deformatsiya orasidagi bog'lanishni tavsiflovchi tenglama bo'ladi.

Amaliy masalalarda differensial tenglamalarni yechishning sonli usullari keng qo'llaniladi. Buning asosiy sababi — tavsiya qilingan modelning differensial tenglamasi har doim ham analitik yechimga ega bo'lavermaydi. SLS ham shu turdagi masalalar turkumiga kiradi. Chegaraviy shartlarni tanlash va tajriba natijalarini olish sonli usullar yordamida bajariladi.

Qulaylik uchun (8) tenglamani ushbu ko'rinishda yozib olamiz.

$$\sigma + \frac{\mu}{E_2} \dot{\sigma} = E_1 \varepsilon + \frac{\mu(E_2 + E_1)}{E_2} \dot{\varepsilon} \quad (9)$$

Kerakli almashtirishlarni bajarganimizdan so'ng (9) tenglamaga ega bo'ldik. Bu tenglamada kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'lanish differensial ko'rinishda bo'lib, eng oddiy $\sigma = \text{const}$ bo'lgan holatlari tabiatda ko'p uchraydi.

Agar kuchlanish σ o'zgarmas ($\dot{\sigma} = 0$) deb olsak, tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\sigma = E_1 \varepsilon + \frac{\mu(E_2 + E_1)}{E_2} \dot{\varepsilon}$$

1 Muallif ishlanmasi

$$\dot{\varepsilon} + \frac{E_2}{\mu(E_2 + E_1)} \varepsilon = \frac{E_2}{\mu(E_2 + E_1)} \sigma_0$$

Bu oddiy birinchi tartibli differensial tenglama bo'lib, uni $\varepsilon(t)$ bo'yicha yechish mumkin.

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E_1} + C e^{-\frac{E_2}{\mu(E_2 + E_1)} t}$$

Agar boshlang'ich shart $\varepsilon(0) = \varepsilon_0$ berilgan bo'lsa, C ni topamiz:

$$\varepsilon_0 = \frac{\sigma_0}{E_1} + C$$

$$C = \varepsilon_0 - \frac{\sigma_0}{E_1}$$

Bundan:

Shunday qilib, deformatsiya vaqt bo'yicha eksponensial so'nuvchi funksiya ko'rinishida bo'ladi:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E_1} + \left(\varepsilon_0 - \frac{\sigma_0}{E_1}\right) e^{-\frac{E_2}{\mu(E_2 + E_1)} t}$$

Agar $t \rightarrow \infty$ bo'lganda, deformatsiya barqarorlashadi: Bunda $\varepsilon_\infty = \frac{\sigma_0}{E_1}$ ya'ni, elastik deformatsiya faqat Guk qonuni bo'yicha qoladi. Boshlang'ich shart (ε_0) bo'yicha deformatsiyaning boshlang'ich qiymati aniqlanadi.

$\frac{E_2}{\mu(E_2 + E_1)}$ – deformatsiyaning relaksatsiya tezligini aniqlaydi.

Funksiya grafigini chizish va tahlil qilishda Python dasturlash [13]. tilidan foydalanamiz. Bu kod $\varepsilon(t) = 50 \exp(-\lambda t)$ funksiyasi asosida grafik chizadi va deformatsiyaning vaqt o'tishi bilan qanday kamayishini tasvirlaydi. Tadqiqodchi kerakli materialni tadqiq etish vaqtida parametrlarni o'zgartirish orqali kerakli natijalarni olishi mumkin. μ ning qiymatini o'zgartirish orqali kerakli bo'lgan mustahkamlikni aniqlash, deformatsiyani o'zgarishini nazorat qilish mumkin (1-jadval).

1-jadval. Deformatsiyaning vaqtga bog'liq o'zgarishi²

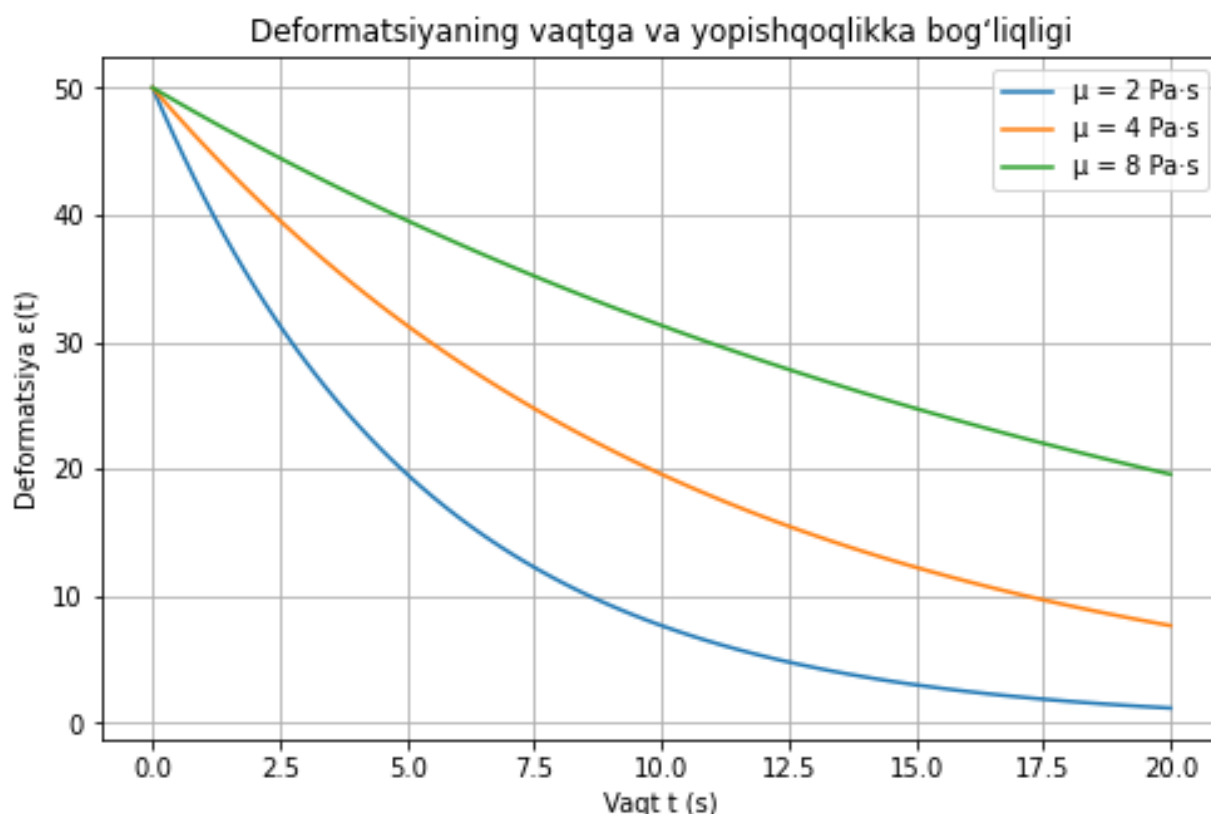
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
E1 = 5 # Elastiklik moduli (N/m^2 yoki boshqa birliklarda) # Berilgan parametrlar
E2 = 3 # Ikkinchi elastiklik moduli # Berilgan parametrlar
mu = 2 # Viskozlik koeffitsiyenti # Berilgan parametrlar
epsilon_0 = 50 # Boshlang'ich deformatsiya # Berilgan parametrlar
t = np.linspace(0, 10, 100) # Vaqt oralig'i
lambda_val = (E2) / (mu * (E2 + E1)) # Lambda ni hisoblash
# Deformatsiya funksiyasi
epsilon_t = epsilon_0 * np.exp(-lambda_val * t)
# Grafikni chizish
plt.figure(figsize=(8, 5))
plt.plot(t, epsilon_t, label=r'\varepsilon(t) = 10 e^{-\lambda t}', color='b')
plt.xlabel("Vaqt t (s)")
plt.ylabel("Deformatsiya \varepsilon(t)")
plt.title("Deformatsiyaning vaqtga bog'liqligi")
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()
```



Tuzilgan dasturiy ta'minot orqali olingan natijalarni tahlil qilishga kirishamiz. Buning uchun deformatsiyaga ta'sir o'tkazadigan ba'zi parametrlarni o'zgartirib, turli qiymatlarda deformatsiyaning yo'qolishini tekshiramiz. Agar vaqt yetarlicha katta bo'lsa, u holda sezilarli qoldiq deformatsiyalar kuzatiladi va oz had olishga to'g'ri keladi (2-jadval; 2-rasm).

2-jadval. Turli viskozlik koeffitsiyentlarida deformatsiya relaksatsiyasining dinamikasi³

E1=5, E2=3, $\mu=2$ va t=10	E1=5, E2=3, $\mu=4$ va t=10	E1=5, E2=3, $\mu=8$ va t=10	E1=5, E2=3, $\mu=2$ va t=20	E1=5, E2=3, $\mu=8$ va t=20
t (s) $\epsilon(t)$	t (s) $\epsilon(t)$	t (s) $\epsilon(t)$	t (s) $\epsilon(t)$	t (s) $\epsilon(t)$
0.00 50.0000	0.00 50.0000	0.00 50.0000	0.00 50.0000	0.00 50.0000
0.20 48.1229	0.20 49.0525	0.20 49.5240	0.41 46.3162	0.41 49.0525
0.41 46.3162	0.41 48.1229	0.41 49.0525	0.82 42.9039	0.82 48.1229
0.61 44.5774	0.61 47.2109	0.61 48.5854	1.22 39.7429	1.22 47.2109
0.82 42.9039	0.82 46.3162	0.82 48.1229	1.63 36.8148	1.63 46.3162
1.02 41.2931	1.02 45.4385	1.02 47.6647	2.04 34.1025	2.04 45.4385
1.22 39.7429	1.22 44.5774	1.22 47.2109	2.45 31.5900	2.45 44.5774
1.43 38.2509	1.43 43.7326	1.43 46.7614	2.86 29.2626	2.86 43.7326
1.63 36.8148	1.63 42.9039	1.63 46.3162	3.27 27.1066	3.27 42.9039
1.84 35.4327	1.84 42.0908	1.84 45.8753	3.67 25.1095	3.67 42.0908
2.04 34.1025	2.04 41.2931	2.04 45.4385	4.08 23.2596	4.08 41.2931
2.24 32.8222	2.24 40.5106	2.24 45.0059	4.49 21.5459	4.49 40.5106
2.45 31.5900	2.45 39.7429	2.45 44.5774	4.90 19.9585	4.90 39.7429
2.65 30.4040	2.65 38.9897	2.65 44.1530	5.31 18.4881	5.31 38.9897
2.86 29.2626	2.86 38.2509	2.86 43.7326	5.71 17.1259	5.71 38.2509
3.06 28.1640	3.06 37.5260	3.06 43.3163	6.12 15.8642	6.12 37.5260
3.27 27.1066	3.27 36.8148	3.27 42.9039	6.53 14.6954	6.53 36.8148
3.47 26.0890	3.47 36.1172	3.47 42.4954	6.94 13.6127	6.94 36.1172
3.67 25.1095	3.67 35.4327	3.67 42.0908	7.35 12.6098	7.35 35.4327
3.88 24.1669	3.88 34.7612	3.88 41.6901	7.76 11.6807	7.76 34.7612
4.08 23.2596	4.08 34.1025	4.08 41.2931	8.16 10.8202	8.16 34.1025
4.29 22.3864	4.29 33.4562	4.29 40.9000	8.57 10.0230	8.57 33.4562
4.49 21.5459	4.49 32.8222	4.49 40.5106	8.98 9.2845	8.98 32.8222
4.69 20.7370	4.69 32.2002	4.69 40.1249	9.39 8.6005	9.39 32.2002
4.90 19.9585	4.90 31.5900	4.90 39.7429	9.80 7.9668	9.80 31.5900
5.10 19.2092	5.10 30.9913	5.10 39.3645	10.20 7.3799	10.20 30.9913
5.31 18.4881	5.31 30.4040	5.31 38.9897	10.61 6.8362	10.61 30.4040
5.51 17.7940	5.51 29.8278	5.51 38.6185	11.02 6.3325	11.02 29.8278
5.71 17.1259	5.71 29.2626	5.71 38.2509	11.43 5.8660	11.43 29.2626
5.92 16.4830	5.92 28.7080	5.92 37.8867	11.84 5.4338	11.84 28.7080
6.12 15.8642	6.12 28.1640	6.12 37.5260	12.24 5.0334	12.24 28.1640
6.33 15.2686	6.33 27.6302	6.33 37.1687	12.65 4.6626	12.65 27.6302
6.53 14.6954	6.53 27.1066	6.53 36.8148	13.06 4.3191	13.06 27.1066
6.73 14.1437	6.73 26.5929	6.73 36.4643	13.47 4.0009	13.47 26.5929
6.94 13.6127	6.94 26.0890	6.94 36.1172	13.88 3.7061	13.88 26.0890
7.14 13.1016	7.14 25.5946	7.14 35.7733	14.29 3.4331	14.29 25.5946
7.35 12.6098	7.35 25.1095	7.35 35.4327	14.69 3.1801	14.69 25.1095
7.55 12.1364	7.55 24.6337	7.55 35.0954	15.10 2.9458	15.10 24.6337
7.76 11.6807	7.76 24.1669	7.76 34.7612	15.51 2.7288	15.51 24.1669
7.96 11.2422	7.96 23.7089	7.96 34.4303	15.92 2.5277	15.92 23.7089
8.16 10.8202	8.16 23.2596	8.16 34.1025	16.33 2.3415	16.33 23.2596
8.37 10.4139	8.37 22.8188	8.37 33.7778	16.73 2.1690	16.73 22.8188
8.57 10.0230	8.57 22.3864	8.57 33.4562	17.14 2.0092	17.14 22.3864
8.78 9.6467	8.78 21.9621	8.78 33.1377	17.55 1.8612	17.55 21.9621
8.98 9.2845	8.98 21.5459	8.98 32.8222	17.96 1.7240	17.96 21.5459
9.18 8.9360	9.18 21.1376	9.18 32.5097	18.37 1.5970	18.37 21.1376
9.39 8.6005	9.39 20.7370	9.39 32.2002	18.78 1.4794	18.78 20.7370
9.59 8.2776	9.59 20.3440	9.59 31.8936	19.18 1.3704	19.18 20.3440
9.80 7.9668	9.80 19.9585	9.80 31.5900	19.59 1.2694	19.59 19.9585
10.00 7.6677	10.00 19.5803	10.00 31.2892	20.00 1.1759	20.00 19.5803



2-rasm. Deformatsiyaning vaqtga va yopishqoqlikka bog'liqligi⁴

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu maqolada yopishqoq-elastik muhitlarning mexanik xatti-harakatini tavsiflovchi Standart chiziqli qattiq model (SLS) Maxwell modeli asosida keltirib chiqarildi va uning asosiy differensial tenglamasi olindi. Modelning fizik mazmuni yopishqoqlik va vaqtga bog'liq elastiklik xususiyatlarining birgalikda hisobga olinishi orqali real materiallarning deformatsiyaga bo'lgan reaksiyasini yanada aniqroq ifodalashdan iborat ekanligi ko'rsatildi. Doimiy kuchlanish holati uchun SLS tenglamasi yechildi va deformatsiyaning vaqt bo'yicha eksponensial so'nuvchi qonun asosida o'zgarishi aniqlandi. Olingan yechimdan ko'rinadiki, vaqt o'tishi bilan deformatsiya barqaror qiymatga intiladi va uzoq muddatda faqat elastik deformatsiya saqlanib qoladi. Bu natija SLS modelining real viskoelastik materiallar uchun mos va fizik jihatdan asosli ekanligini tasdiqlaydi.

Olingan natijalardan shu xulosaga kelindi: yopishqoqlikning μ qiymati ortishi bilan deformatsiya kamayadi. E_1 va E_2 larning o'zgarishi deformatsiyaning kamayishiga katta ta'sir ko'rsatmaydi. 10 sekund vaqt ichida boshlang'ich 50 deformatsiya $\mu = 2$ da 7,6677 gacha pasaydi, bu esa 15 % sezilarli qoldiq deformatsiya qolishini bildiradi. $\mu = 8$ da esa deformatsiya 31,2892 gacha pasaydi, yopishqoqlik ortganligi sababli elastik deformatsiya sekinlashdi. Bu esa 62,5 % deformatsiya qolganligini bildiradi.

Endi nega funksiyaning ozod hadi yo'qligini aytib o'tsak bo'ladi: vaqt 10–20 sekund oralig'ida olingan natijalar aniqroq bo'lishi uchun boshlang'ich faza olinmasdan ketildi. Agar vaqtni kattalashtirsak, sezilarli qoldiq deformatsiyalar paydo bo'la boshlaydi. SLS da vaqt kattaroq tanlansa, shartlarni o'zgartirish kerak bo'ladi. Bizning tavsiya qilgan dastur faqat dastlabki σ_0 berilganda deformatsiyaning kamayishini tadqiq qiladi. Kuchlanish uzoq vaqt ta'sir qilsa, deformatsiya hatto kamaymasdan plastik deformatsiyalanishi mumkin.

Shuningdek, model parametrlari — elastiklik modullari va yopishqoqlik koeffitsiyenti — deformatsiyaning relaksatsiya tezligiga bevosita ta'sir ko'rsatishi ko'rsatib berildi. Bu esa tajriba ma'lumotlarini qayta ishlash, material parametrlarini aniqlash hamda sanoat va muhandislik masalalarida yopishqoq-elastik muhitlarning xatti-harakatini oldindan baholash imkonini beradi. Natijada SLS modeli nafaqat nazariy tadqiqotlarda, balki gidrotransport, burg'ulash, neft-gaz qazib olish va boshqa ko'p fazali muhitlar mexanikasi bilan bog'liq amaliy masalalarda ham samarali qo'llanilishi mumkin. Olingan tenglamalar kelgusida murakkabroq reologik modellarni ishlab chiqish va ularni sonli usullar yordamida tadqiq etish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

4 Muallif ishlanmasi

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:**

1. C.C. Irisqulov, K.D. Ismanova, M.Olimov, A.Imomov. SONLI USULLAR VA ALGORITMLAR *(o'quv qo'llanma)* Namangan" nashriyoti 2013
2. Lakes, R. S. (2009). Viscoelastic Materials. Cambridge University Press.
3. Maxwell, J. C. (1867). "On the Dynamical Theory of Gases." Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 157, 49–88.
4. Voigt, W. (1890). "Über die Beziehung zwischen den beiden Elasticitätsconstanten isotroper Körper." Annalen der Physik, 274(12), 573–587.
5. Хусанов И.Н., Мирзоев А.А., Ходжаев Я.Д. Деформация и течение одно - и многофазных сред. Монография. Издательство «МУХРПРЕСС». Ташкент. 2020. 220 с.
6. Мирзоев А.А. Моделирование течения многофазных сред со сложной реологической структурой. Монография. Бухара «Дурдона» 2024. 168 с.
7. Ahmadov Ilhom. Ravshanova Bahora ОПЫТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ ПО ЗАКОНУ СТОККА <https://doi.org/10.5281/zenodo.18160637>
8. Ahmadov Ilhom. Ziyodinov Shahzod. UZLUKSIZ FUNKSIYALAR VA KUBIK SPLAYN INTERPOLYATSIYASI <https://doi.org/10.5281/zenodo.18219773>
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Kelvin%E2%80%93Voigt_material
10. https://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell_material

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 kelmasligi 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