

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

И Л М И Й – Т Е Х Н И К А Ж У Р Н А Л И



2026. СПЕЦ. ВЫПУСК № 12

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**

**SCIENTIFIC –TECHNICAL
JOURNAL**

ФАРҒОНА – 2026

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАХРИРИЯТИ

1997 йилдан буён нашр этилади.
Йилига 6 марта чоп қилинади.

ЎзР Олий аттестация комиссияси
Раёсатининг 2013 йил 30 декабрдаги
№201/3 қарори билан журнал ОАК нинг
илмий нашрлари рўйхатига киритилган

Бош муҳаррир

Р.Р. ТОЖИЕВ

Тахрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Вайткус Ю.Ю., академик, ф.-м.ф.д., проф. | – Вильнюс, Литва ДУ |
| 2. Тарасенко С.А., ф.-м.ф.д., проф. | – С.-Пб. ФТИ, РФА |
| 3. Мўминов Р.А., академик, ф.-м.ф.д., проф. | – Ўз ФА ФТИ |
| 4. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. | – Ferris State University, USA |
| 5. Нуриддинов И., ф.-м.ф.д., проф. | – Ўз ФА ЯФИ |
| 6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Механика:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Алиматов Б.А., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Сиваченко Л.А., академик, т.ф.д., проф. | – Бел.-Рос. Университет, Белорусия |
| 3. Тожиев Р.Ж., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 4. Тўхтақўзиев А., т.ф.д., проф. | – Ўз ФА МЭИ |
| 5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 6. Валиев Г.Н., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Қурилиш:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Аббасов Ё.С., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Акромов Х.А., т.ф.д., проф. | – Тош АҚИ |
| 3. Одилхажиев А.Э., т.ф.д., проф. | – Тош ТЙТМИ |
| 4. Раззаков С.Ж., т.ф.д., проф. | – НамМҚИ |
| 5. Шинкова Н.Б. т.ф.д.проф. | – Москва Арх. Инст., Россия |

Энергетика, электротехника

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. | – Тошкент ТЙТМИ |
| 2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. | – Қарши ДУ |
| 3. Касимахунова А.М., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 4. Эргашев С.Ф., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Кимёвий технология ва экология

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. | – Ўз ФА УНКИ |
| 2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. | – ФДУ |
| 3. Ибрагимов О.О., к.х.ф.д. проф. | – ФДТУ |
| 4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. | – Альберта Универ, Канада |
| 5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. | – ФДТУ |
| 6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. | – ФДТУ |

Электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари:

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. Расулов А.М., ф.-м.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Акбаров Д.Е., ф.-м.ф.д., проф. | – ҚДУ |
| 3. Нишонов А.Х., т.ф.д., проф. | – ТАТУ |

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1. Ертаев К.Е., и.ф.д. проф. | – Тараз ДУ, Қозоғистон |
| 2. Икромов М.А., и.ф.д., проф. | – Тош ИУ |
| 3. Искандарова Ш.М., ф.ф.д., проф. | – ФДУ |
| 4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 5. Жахонгиров И.Ж., и.ф.д. | – ФДТУ |

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издаётся с 1997 года.
Выходит 6 раз в год.

Постановлением Президиума Высшей
аттестационной комиссии РУз №201/3
от 30 декабря 2013 г. журнал включен в
список научных изданий ВАК.

Главный редактор

Р.Р. ТОЖИЕВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Акромов, Н.М. Арипов, Д.Е. Акбаров, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, И.Ж. Жахонгиров, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Икромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Касимахунова, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Х. Нишонов, А.Э. Одилхажиев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиқов, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиев, А.А. Тухтақузиев, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

It has been published since 1997.
It is issued 6 times a year.

By Resolution №. 201/3 of the Presidium of the Higher
Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan dated
December 30, 2013, the journal was included in the list of
scientific publications of the HAC.

Editor-in-chief

R.R. TOJIEV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, D.Ye. Akbarov, Yu.Yu. Vaitkus, G.N. Valiev, K.E. Ertaev, I.J. Jaxongirov, A.A. Ibragimov, O.O. Ibragimov, M.A. Ikramov, Sh.M. Iskandarova, I.N. Ismanov, A.M. Kasimahunova, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.X. Nishonov, A.O. Odilxajiev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko, D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, Sh.N. Fayzimatov, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova, Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh. Yuldashev (Executive Editor)

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Maniyozov O.A. Tezlik va tezlanish nuqtasi	12
Ro'ziyeva Z.O. Chegaralanmagan sohada uchinchi tartibli tenglama uchun bir chegaraviy masala haqida	17

МЕХАНИКА

Gulamov A.E., Esanova N.B., Umirov U.B. Intensiv usulda yetishtirilgan pillalar uchun ratsional chuvish parametrlarini o'rnatish	23
Umurzaqov A.X., Oqyo'lov K.R. Vibratsion harakat mexanizmining kinematik tahlili	29
Umarov A.M. Detallarni yeyilishga sinashda o'tkazilgan ko'p omilli eksperimental tadqiqotlarning natijalari	34
Абдуллаева Ф., Хайитов Б., Мелибоев М., Ражабова Н. Вакуум-сублимацион куриштиш курилмаси конструкциясини такомиллаштириш ва жараён давомийлиги интенсивлигини ошириш	39
Babaxanova X.A., Saodatov A.A., Ravshanzoda D.Ch. Tolali materiallarni qayta ishlashda silliqlash mashinalarining mustahkamlangan pichoq to'plamlarini ishlab chiqarish sinovlari	42
Shokarimov Sh.U. Industry 4.0 sharoitida avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida ish joylarini optimallashtirish	45
Omonov M.T., Bobojonov H.T., Saloxiddinov J.Z., Shog'ofurov Sh.Sh., Mamadaliyeva D.A., Urishev M.M. Paxta iplarining sifat parametrlarini milliy va xalqaro standartlar talablari bilan uyg'unlashtirish qiyosiy tahlil va amaliy tavsiyalar	53
Turdiyev M., Pozilova D. Tikuv mashinalarida ip tortgich mexanizmlari tahlili	58
Sadullayev X.M., Abduraxmonova G.T. Gazsimon sanoat chiqindilari changini ushlash muammolari va ularning yechimi	61
Turaev T., Yusupova S. Po'lat sharsimon asbob yordamida yassi detal yuzasida muntazam naqsh yaratish rejimini tanlash	65
Umarov A.M. Payvandlash jarayonlarida fizik-kimyoviy metallurgik jarayonlari	69
Qosimov Q.Z., Mahmudov I.R., Mo'minov S.N. Tuproqqa ishlov beradigan mashinalar va ularning tez yeyiladigan detallari	72
Nizomov T.I. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash agregatini harakatini dinamik tahlil qilish	76

ҚУРИЛИШ

Abdukadirova M.A., Otakuziyeva V.U., Khusanova M.I., Ismailov U.I. GIS va masofadan zondlash texnologiyalari asosida mineral o'g'it ishlab chiqarish korxonalarining geoeologik monitoringini takomillashtirish	81
Tursunov Q.Q. Urbanizatsiya sharoitida yashil infrastrukturani rivojlantirishning ekologik-iqtisodiy samaradorligi: Farg'ona viloyati misolida	85
Salaydinov T.T., Rasulov A.Y. Suv omborlari qirg'oqlarida rekreatsion hududlarni tashkil etishda yer tuzish loyihalarining o'rni va takomillashtirish yo'llari	90
Exsanov D.R. Milliy-ma'naviy estetik tarbiya jarayonida haykaltaroshlik san'atining ijtimoiy-falsafiy ahamiyati	94
Tursunov Q.Q. Qo'qon shahri turar-joy arxitekturasida an'anaviylik va zamonaviylik integratsiyasi: energiya tejamkorlik va ekologik barqarorlik yondashuvlari	99
Solijonov H.S., Sharipov I.Q. Gips asosidagi quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarish texnologiyasida qo'llaniladigan zamonaviy uskunalar	104
Mirzakarimova G.M. Yevropa mamlakatlarida yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortilishi	108
Abdukadirova M.A., Otakuziyeva O.V., Sattiyev Y.Sh., Nuriddinov A. Kimyo sanoati chiqindilarining ekologik xavfini geoaxborot texnologiyalari yordamida baholash	112
Abdukadirova M.A., Otakuziyeva V.U., Jalolova M.M., Olimova M.K. Yashil kimyo va geoaxborot texnologiyalari integratsiyasi: ekologik barqaror texnologiyalarni geoinformatsion tahlil qilish	117
Xalilov D., Davlyatov Sh., Kimsanov B. Andijon viloyati Qo'rg'ontepa tumani Yuksalish MFY Yoshlar kichik sanoat zonasida joylashgan sutni qayta ishlash, yarim tayyor mahsulotlar va muzqaymoq ishlab chiqarish sexi bino-inshootlarini instrumental-texnik tekshiruvdan o'tkazish bo'yicha ilmiy-texnik xulosa tahlili	121

Razzakov S.J., Martazayev A.Sh., Jurayev B.G'., Fozilov O.Q., Axmedov A.R., Jo'rayeva A.S. Bazalt tolalarning beton matritsasida bir tekis taqsimlanish qonuniyatlarini va ularning fibrobetonning mustahkamlik xususiyatlariga ta'sirini aniqlash	128
ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	
Yusupov D.T., Nosirov A.I. Kuch transformatori elementlarining texnik holatini baholashda o'rta darajali indekslarning noaniq analitik ierarxiya jarayoni asosida og'irlik koeffitsiyentlarini aniqlash	134
Юсупов Д.Т., Муминов А.Б., Абдурахимов Д.Р., Ахмаджанова Ш.Ш. Трансформатор мойини киздириш қурилмасини такомиллаштириш орқали тозалаш жараёни самарадорлигини ошириш	139
Dadajanov T. Farg'ona shahri uchun yassi quyosh kollektorining optimal qiyaligini aniqlash	145
Юсупов Д.Т., Муминов А.Б., Исмоилов И.К., Кутбиддинов О.М., Мухаммаджонов М.Ш., Ахмаджанова Ш.Ш. Мойли куч трансформаторлари асосий ва қўшимча элементларининг ҳар бирида мавжуд механик аралашмалар микдорини аниқлашнинг математик модели	149
Yusupov D.T., Mirzaliyev U.I. O'zbekiston sharoitida avtonom energiya ta'minoti uchun kombinatsiyalangan shamol-quyosh energetika qurilmasini ishlab chiqish va tadqiq etish	156
Yusupov D.T., Sodiqov F.F., Ahmadjonov U.Z., Bebitov Sh.O., Mirzaliyev U.I. O'zbekistonda yashil energetika: holat, imkoniyatlar va istiqbollar	161
ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Mamasodiqov Y., Mamasodikova N.Yu., Tillaboyev A.A., Tursunaliyeva G.X. Raqamli tibbiyotda sun'iy intellekt: diagnostik tahlil va prognozlash imkoniyatlari	167
Mamasodikova N.Yu., Tillaboyev A.A., Ergasheva G.E. ISO 14971 standarti asosida tibbiyot qurilmalarida xavflarni boshqarish tizimining nazariy asoslari	172
Mamatov A.A. Metrologik tizimlarning integratsiyalashgan raqamli transformatsiyasi: to'liq siklli metrologik izchillik, noaniqlikni modellashtirish va Industry 4.0 uchun aqlli sensor tarmoqlarini integratsiyalash	177
Sharibayev N.Y., Kayumov A.M. Real vaqt monitoringi asosida trikotaj deformatsiyasini raqamli o'lchash	180
Mamatov A.A. Aqlli o'lchash tizimlarini metrologik ta'minlashning zamonaviy usullari: kompleks tahlil (2018–2025)	184
Kayumov A.M. Trikotaj mashinalari uchun aqlli monitoring tizimini yaratish yo'llari	188
Tillaboyev A.A., Mamasodikova N.Yu. Ko'p-agentli katta til modellari yordamida dastur kodni avtonom optimallashtirish	192
Mamatov A.A. Agromonitoring tizimlarida o'lchash ma'lumotlarining ishonchliligini oshirish uchun sun'iy intellekt usullarini qo'llash	196
A'zamjonov A.A. Yangi O'zbekistondagi ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar targ'ibotida integration-media va multiplatformali PR-texnologiyalarning samaradorlik metodikasi	199
КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ	
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddikov M.Z. Mevalarni konservalash va qayta ishlashda konvektiv quritish texnologiyasining o'rni	204
Xolikova Z.X., Sodikov U.X. Benzin tarkibiga organik qo'shimchalar kiritish orqali oktan sonini oshirish jarayonlarini tadqiq qilish	211
Убайдуллаев М.М. Экологик иқлим ўзгариши шароитида ғўза дефолиациясини самарадорлигини аниқлашда об-ҳавонинг таҳлили	214
Содиқов У.Х., Туробжанов С.М., Кадиров Х.И., Дизел ёқилғиларини қўшимчалар ёрдамида модификациялаш	221
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddikov M.Z. Zamonaviy meva quritish qurilmalarida konvektiv quritish texnologiyasining kimyoviy va energetik samaradorligini oshirish yo'llari	227
Убайдуллаев М.М. Ғўза кўсакларини самарали очилишига хорижий ва маҳаллий дефолиантларнинг таъсири	232

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Usmanova Z.M. Raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish yo'llari	237
Қодиров С.И. Саноат корхоналарини рақамли трансформациялашда самарадорлик кўрсаткичларини ҳисоблаш муаммолари	241
A'zamjonov A.A. Yangi O'zbekistonda san'at sohasi vakillari uchun yaratilgan sharoitlar va undan ta'lim tizimida samarali foydalanish istiqbollari	246
Mamatkadirov S.S. Yangi o'zbekistonda yoshlar media madaniyatini rivojlantirishning ijtimoiy-falsafiy omillari	249
Madaminov N.M. Muhandislik kompyuter grafikasi fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasi	252

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Maniyozov O.A. Matematikada markazlashtirilgan misol masalalarini yechishning noan'anaviy usullari	258
Saidov M.I. Matematik statistika ehtimolliklar nazariyasi va elementlarida qonun va tushunchalarni aniqlash uchun analogiya komponentlardan foydalanish	260
Umarov A.O. Yarim tirkama yuk avtomobilining quvvati va foydali ish ko'fityentini orttirish	263
Yuldasheva D.B. Zamonaviy liboslarda badiiy bezaklar	265
Berdiyeva R.A. Assimetrik detallarni rapportli matolarda optimal joylashtirish yordamida kiyim sifatini oshirish uslublari	267
Umarov A.M. Payvandlangan namunalarning yeyilish va qattiqlik sinovi natijalari	270
Berdiyeva R.A. Ayollar pidjagida yelka va yeng konstruktiv muvofiqligining ergonomik va estetik tahlili	273
Muxtorov Sh.S. Muhandislik grafikasi yordamida mashinsozlik chizmalarini standartlashtirish	275
Turdiyev M., Rahimova M. Tikuv mashinalarini moki mexanizmlari	278
Yusupova D.U. Mahalliy xomashyolardan foydalangan holda olovbardosh materiallardan himoya kiyimlarini ishlab chiqarish	281
Oxunov Sh. O., Axunov O. T. Mekatronik tizimlarda energiya samaradorligini optimallashtirish ...	283
Mamatov A.A. Sanoat narsalar interneti ilovalari uchun intellektual sensor tarmoqlarida metrologik ishonchlilik va noaniqlikni optimallashtirish	286
Oxunov Sh.O. Kichik gidroenergetika texnologiyasining istiqbollari	288
Xolmatova X.A., Sodikov U.X. Ko'p komponentli organik qo'shimchalar asosida avtomobil benzinlarining oktan sonini oshirish jarayonlarini GC-MS va IQ spektral usullar yordamida tadqiq etish	291
Эргашев А.Ш., Мамарахимов Б.И., Намазов Ш.Э., Содиқова О.Х. Турлараро дурагайлаш орқали олинган дурагайларда „Униб чиқиш-50% пишиш“ кўрсаткичининг ўзгарувчанлиги .	294
Urinbayeva M.S. Ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishda sun'iy intellekt texnologiyalarining o'rni	296
Mamadiyeva D.T. Fizika ta'limida ishlab chiqarish bilan integratsiyani ta'minlash va samaradorlikni oshirish	299
Mamurov A.A. Bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda amaliy san'at ta'limining pedagogik ahamiyati	300
Mamurov A.A. Amaliy san'at vositasida bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining badiiy-estetik kompetensiyalarini takomillashtirish	303
Qaxxorova G. Sun'iy intellekt talabalari uchun texnik terminologiyani o'zlashtirish va lingvistik asoslangan kasbiy kommunikatsiya modeli	306
Sobirov S.I., Usmanova Z.M. Qishloq joylarda oziq-ovqat sektorini rivojlantirish yo'lida	309
Berdiyeva R.A. Mukammal o'tiradigan ko'ylak: asos andoza yaratishning ilmiy yondashuvi	312
Berdiyeva R.A. Ayollar liboslari uchun mukammal asos andoza yaratish texnologiyasi	314
Муаллифлар диққатига !	317

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Маниёзов О.А. Точка скорости и ускорения	12
Рузиева З.О. Об одной краевой задаче для уравнения третьего порядка в неограниченной области	17

МЕХАНИКА

Гуламов А.Э., Эсанова Н.Б., Умиров У.Б. Установление рациональных параметров размотки коконов, выращенных по интенсивной технологии	23
Умурзаков А.Х., Ойёулов К.Р. Кинематический анализ механизма вибрационного движения	29
Умаров А.М. Результаты многофакторных экспериментальных исследований износостойкости деталей	34
Абдуллаева Ф., Хайитов Б., Мелибоев М., Ражабова Н. Визуальный анализ кинетических параметров усовершенствованного комбинационного вакуум-сублимационного процесса сушки	39
Бабаханова Х.А., Саодатов А.А., Равшанзода Д.Ч. Производственные испытания упрочненной ножевой гарнитуры размалывающих машин при обработке волокнистых материалов	42
Шокаримов Ш.У. Оптимизация рабочих мест на предприятиях автомобилестроения в условиях Индустрии 4.0	45
Омонов М.Т., Бобожонов Х.Т., Салохиддинов Ж.З., Шоёофуров Ш.Ш., Мамадалиева Д.А., Уришев М.М. Сравнительный анализ и практические рекомендации по гармонизации параметров качества хлопчатобумажной пряжи с требованиями национальных и международных стандартов	53
Турдиев М., Позилова Д. Анализ механизмов натяжения нити в швейных машинах	58
Садуллаев Х.М., Абдурахмонова Г.Т. Проблемы улавливания пыли газообразных промышленных отходов и их решения	61
Тураев Т., Юсупова С. Выбор режима создания регулярного узора на поверхности плоской детали стальным шариковым инструментом	65
Умаров А. М. Физико-химические металлургические процессы в сварочных процессах	69
Касимов К.З., Махмудов И.Р., Муминов С.Н. Машины для обработки почвы и их износостойкие детали	72
Низомов Т.И. Анализ динамического поведения агрегата, предназначенного для очистки хлопка от мелких примесей	76

СТРОИТЕЛЬСТВО

Абдукадирова М.А., Отакузиева В.У., Хусанова М.И., Исмаилов У.И. Совершенствование геоэкологического мониторинга предприятий по производству минеральных удобрений на основе ГИС и технологий дистанционного зондирования	81
Турсунов К.К. Эколого-экономическая эффективность развития зелёной инфраструктуры в условиях урбанизации: на примере Ферганской области	85
Салайдинов Т.Т., Расулов А.Ю. Роль проектов освоения земель в организации зон отдыха на берегах водохранилищ и пути их улучшения	90
Эхсанов Д.Р. Социально-философское значение скульптурного искусства в процессе национально-духовного эстетического воспитания	94
Турсунов К.К. Интеграция традиционности и современности в жилой архитектуре города Коканд: подходы энергоэффективности и экологической устойчивости	99
Солижонов Х.С., Шарипов И.К. Современное оборудование, применяемое в технологии производства сухих строительных смесей на основе гипса	104
Мирзакаримова Г.М. Налогообложение земли и недвижимости в европейских странах	108
Абдукадирова М.А., Отакузиева О.В., Саттиев Ю.Ш., Нуриддинов А. Оценка экологического риска отходов химической промышленности с использованием геоинформационных технологий	112
Абдукадирова М.А., Отакузиева В.У., Джалолова М.М., Олимова М.К. Интеграция зеленой химии и геоинформационных технологий: геоинформационный анализ экологически устойчивых технологий	117
Халилов Д., Давлятов Ш., Кимсанов Б. Анализ научно-технического заключения по проведению инструментально-технического обследования зданий и сооружений цеха по переработке молока, производству полуфабрикатов и мороженого, расположенного в малой промышленной зоне Ёшлар МСГ "Юксалиш" Кургантепинского района Андижанской области	121

Раззаков С.Ж., Мартазаев А.Ш., Жураев Б.Г., Фозилов О.К., Ахмедов А.Р., Жураева А.С., Определение закономерностей равномерного распределения базальтовых волокон в бетонной матрице и их влияния на прочностные характеристики фибробетона	128
ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	
Юсупов Д.Т., Носиров А.И. Определение весовых коэффициентов промежуточных диагностических индексов для оценки технического состояния элементов силового трансформатора методом нечеткого аналитического иерархического процесса	134
Юсупов Д.Т., Муминов А.Б., Абдурахимов Д.Р., Ахмаджанова Ш.Ш. Повышение эффективности процесса очистки путем совершенствования устройства нагрева трансформаторного масла	139
Дадажанов Т. Определение оптимального наклона плоского солнечного коллектора	145
Юсупов Д.Т., Муминов А.Б., Исмоилов И.К., Кутбиддинов О.М., Мухаммаджонов М.Ш., Ахмаджанова Ш.Ш. Математическая модель определения количества механических примесей, содержащихся в каждом из основных и дополнительных элементов масляных силовых трансформаторов	149
Юсупов Д.Т., Мирзалиев У.И. Разработка и исследование комбинированной ветро-солнечной энергетической установки для автономного энергоснабжения в условиях Узбекистана	156
Юсупов Д.Т., Ахмаджонов У.З., Содиков Ф.Ф., Бебитов Ш.О., Мирзалиев У.И. Зелёная энергетика узбекистана: текущее состояние, возможности и перспективы развития	161
ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Мамасодиков Ю., Мамасодикова Н.Ю., Тиллабоев А.А., Турсуналиева Г.Х. Искусственный интеллект в цифровой медицине: возможности диагностического анализа и прогнозирования	167
Мамасодикова Н.Ю., Тиллабоев А.А., Эргашева Г.Э. Теоретические основы системы управления рисками в медицинских изделиях на основе стандарта ISO 14971	172
Маматов А.А. Интегрированная цифровая трансформация метрологических систем: сквозная прослеживаемость, моделирование неопределённости и интеграция интеллектуальных сенсорных сетей для Индустрии 4.0	177
Шарибаев Н.Ю., Каюмов А.М. Цифровое измерение деформации вязания на основе мониторинга в реальном времени	180
Маматов А.А. Современные методы метрологического обеспечения интеллектуальных измерительных систем: комплексный анализ (2018–2025 гг.)	184
Каюмов А.М. Способы создания интеллектуальной системы мониторинга вязальных машин	188
Тиллабоев А.А., Мамасодикова Н.Ю. Автономная оптимизация программного кода с использованием многоагентных больших языковых моделей	192
Маматов А.А. Применение методов искусственного интеллекта для повышения достоверности измерительной информации в системах агромониторинга	196
Азамжнов А.А. Методология оценки эффективности интегрированных медиа и многоплатформенных PR-технологий в продвижении социально-экономических реформ в новом Узбекистане	199
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ	
Жабборов Т.К., Курбанов Н.М., Жабборов И.Т., Сиддилов М.З. Роль технологии конвективной сушки в консервировании и переработке плодов	204
Холикова З.Х., Содиков У. Х. Исследование процессов повышения октанового числа путем добавления органических добавок в бензин	211
Убайдуллаев М.М. Анализ погоды для определения эффективности дефолиации хлопчатника в условиях изменения экологического климата	214
Содиков У.Х., Туробжанов С.М., Кадиров Х.И., Модификация дизельного топлива присадками	221
Жабборов Т.К., Курбанов Н.М., Жабборов И.Т., Сиддилов М.З. Способы повышения химической и энергетической эффективности технологии конвективной сушки в современных фрукто сушильных установках	227
Убайдуллаев М.М. Влияние иностранных и местных дефолиантов на эффективное раскрытие колосок хлопчатника	232

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Усманова З.М. К развитию цифровой экономики	237
Кадиров С.И. Проблемы расчёта показателей эффективности при цифровой трансформации промышленных предприятий	241
Азамджонов А.А. Условия, созданные для представителей искусства в новом Узбекистане, и перспективы их эффективного использования в системе образования	246
Маматкадиров С.С. Социально-философские факторы развития молодежной медиакультуры в новом Узбекистане	249
Мадаминов Н.М. Методика использования цифровых технологий в преподавании инженерной компьютерной графики	252

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Маниёзов О.А. Нетрадиционные методы решения примеров центроидных задач в математике ...	258
Саидов М.И. Использование компонентов аналогии для выявления законов и понятий в теории вероятностей и элементах математической статистики	260
Умаров А.О. Повышение мощности и эффективности полуприцепа	263
Юлдашева Д.В. Художественные украшения в современных нарядах	265
Бердиева Р.А. Методы повышения качества одежды за счёт оптимального размещения асимметричных деталей в раппортных тканях	267
Умаров А.М. Результаты испытаний сваренных образцов на износ и твердости	270
Бердиева Р.А. Эргономический и эстетический анализ конструктивной согласованности плеча и рукава в женском пиджаке	273
Мухторов Ш.С. Стандартизация машиностроительных чертежей с использованием инженерной графики	275
Турдиев М., Рахимова М. Механизмы петлителя швейной машины	278
Юсупова Д.У. Производство защитной одежды из огнеупорных материалов с использованием местного сырья	281
Охунов Ш. О., Ахунов О. Т. Оптимизация энергоэффективности в мехатронных системах	283
Маматов А.А. Оптимизация метрологической надёжности и неопределённости в интеллектуальных сенсорных сетях для приложений промышленного Интернета вещей	286
Охунов Ш. О. Перспективы развития технологий малой гидроэнергетики	288
Холматова Х.А., Содиков У.Х. Изучение процессов повышения октанового числа автомобильных бензинов на основе многокомпонентных органических добавок с использованием методов ГХ-МС и ИК-спектральной диагностики	291
Эргашев А.Ш., Мамарахимов Б.И., Намазов Ш.Э., Содикова О.Х. Изменчивость показателя "всходы – 50% созревание" у гибридов, полученных в результате межвидовой гибридизации	294
Уринбаева М.С. Роль технологий искусственного интеллекта в преподавании социальных и гуманитарных наук	296
Мамадиева Д.Т. Обеспечение интеграции с производством и повышение эффективности физического образования	299
Мамуров А.А. Педагогическое значение прикладного художественного образования в развитии профессиональных компетенций будущих преподавателей изобразительного искусства	300
Мамуров А.А. Совершенствование художественно-эстетических компетенций будущих преподавателей изобразительных искусств посредством прикладного искусства	303
Каххорова Г. Освоение технической терминологии и лингвистическая модель профессиональной коммуникации для студентов по направлению "искусственный интеллект" ..	306
Собиров С.И., Усманова З.М. К развитию продовольственной сферы в сельской местности	309
Бердиева Р.А. Методы повышения качества одежды за счёт оптимизации размещения асимметричных деталей в раппортных тканях	312
Бердиева Р.А. Технология создания идеальной базовой конструкции женской одежды	314
К сведению авторов !	318

CONTENTS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Maniyozov O.A. The point of speed and acceleration	12
Ruzieva Z.O. On a boundary value problem for a third-order equation in an unbounded domain ..	17

MECHANICS

Gulamov A.E., Esanova N.B., Umirov. U.B Determination of optimal reeling parameters for cocoons produced under intensive cultivation conditions	23
Umurzakov A.H., Okyulov K.R. Kinematic analysis of a vibratory motion mechanism	29
Umarov A.M. Results of multifactorial experimental studies conducted on the wear resistance of parts	34
Abdullaeva F., Xayitov B., Meliboyev M., Rajabova N. Visual analysis of the kinetic parameters of the improved combined vacuum-sublimation drying process	39
Babakhanova Kh.A., Saodatov A.A., Ravshanzoda D.Ch. Production tests of reinforced knife sets of grinding machines in the processing of fibrous materials	42
Shokarimov Sh.U. Optimization of jobs at automotive manufacturing enterprises in the context of Industry 4.0	45
Omonov M.T., Bobojonov H.T., Saloxiddinov J.Z., Shog'ofurov Sh.Sh., Mamadaliyeva D.A., Urishev M.M. Comparative analysis and practical recommendations for harmonizing cotton yarn quality parameters with the requirements of national and international standards	53
Turdiyev M., Pozilova D. Analysis of thread tensioning mechanisms in sewing machines	58
Sadullayev Kh.M., Abdurakhmonova G.T. Problems of dust capture of gaseous industrial wastes and their solutions	61
Turaev T., Yusupova S. Selecting a mode for creating a regular pattern on the surface of a flat part using a steel ball tool	65
Umarov A.M. Physico-chemical metallurgical processes in welding processes	69
Kasimov K.Z., Makhmudov I.R., Mo'minov S.N. Soil tillage machinery and their high-wear components	72
Nizomov T.I. Dynamic behavior analysis of a machine unit designed for cleaning cotton from small impurities	76

BUILDING

Abdukadirova M.A., Otakuziyeva V.U., Khusanova M.I., Ismailov U.I. Improving geoecological monitoring of mineral fertilizer production enterprises based on GIS and remote sensing technologies	81
Tursunov K.K. Ecological and economic efficiency of green infrastructure development under urbanization: a case study of the fergana region	85
Salaydinov T.T., Rasulov A.Y. The role of land development projects in the organization of recreational areas on the banks of reservoirs and ways to improve them	90
Exsanov D.R. Socio-Philosophical significance of sculpture art in the process of national-spiritual aesthetic education	94
Tursunov K.K. Integration of tradition and modernity in the residential architecture of Kokand city: approaches to energy efficiency and environmental sustainability	99
Solijonov H.S., Sharipov I.Q. Modern equipment used in the production technology of dry construction mixtures based on gypsum	104
Mirzakarimova G.M. Taxation of land and real estate in european countries	108
Abdukadirova M.A., Otakuziyeva O.V., Sattiyev Y.Sh., Nuriddinov A. Assessment of the environmental risk of chemical industry waste using geoinformation technologies	112
Abdukadirova M.A., Otakuziyeva V.U., Jalolova M.M., Olimova M.K. Integration of green chemistry and geoinformation technologies: geoinformation analysis of environmentally sustainable technologies	117
Khalilov D., Davlyatov Sh., Kimsanov B. An Analysis of the Scientific and Technical Conclusion on the Instrumental-Technical Inspection of the Building and Structures of the Milk Processing, Semi-Finished Products, and Ice Cream Production Workshop, located in the Yoshlar Small Industrial Zone, Yuksalish Mahalla Citizens' Assembly, Kurgantepa District, Andijan Region ...	121

Razzakov S.J., Martazaev A.Sh., Juraev B.G., Fozilov O.Q., Akhmedov A.R., Juraeva A.S. Determination of the distribution patterns of basalt fibers in a concrete matrix and their effect on the strength properties of fiber-reinforced concrete	128
ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING	
Yusupov D.T., Nosirov A.I. Determination of weighting coefficients of intermediate indices for assessing the technical condition of power transformer components based on the fuzzy analytic hierarchy process	134
Yusupov D.T., Muminov A.B., Abdurahimov D.R. Axmadjanova Sh.Sh. Improving the efficiency of the purification process by improving the transformer oil heating device	139
Dadajanov T. Determining the optimal tilt of a flat solar collector for the city of Fergana	145
Yusupov D.T., Muminov A.B., Ismoilov I.K., Kutbiddinov O.M., Mukhammadjonov M.Sh., Axmadjanova Sh.Sh. Mathematical model for determining the amount of mechanical impurities contained in each of the main and auxiliary elements of oil power transformers	149
Yusupov D.T., Mirzaliev U.I. Development and research of a combined wind-solar power plant for autonomous power supply in Uzbekistan	156
Yusupov D.T., Akhmadjonov U.Z., Sodikov F.F., Bebitov Sh.O., Mirzaliyev U.I. Green energy in uzbekistan: current status, opportunities, and prospects	161
ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES	
Mamasodiqov Y., Mamasodikova N.Yu., Tillaboyev A.A., Tursunaliyeva G.X. Artificial intelligence in digital medicine: opportunities for diagnostic analysis and predictive analytics .	167
Mamasodikova N.Yu., Tillaboyev A.A., Ergasheva G.E. Theoretical foundations of the risk management system in medical devices based on the ISO 14971 standard	172
Mamatov A.A. Integrated Digital Transformation of Metrological Systems: End-to-End Traceability, Uncertainty Modelling, and Smart Sensor Network Integration for Industry 4.0	177
Sharibayev N.Y., Kayumov A.M. Digital measurement of knitting deformation based on real-time monitoring	180
Mamatov A.A. Modern Methods of Metrological Assurance for Intelligent Measurement Systems: A Comprehensive Analysis (2018–2025)	184
Kayumov A. Ways to create a smart monitoring system for knitting machines	188
Tillaboyev A.A., Mamasodikova N.Yu. Autonomous optimization of program code using multi-agent large language models	192
Mamatov A.A. Application of artificial intelligence methods for improving measurement information reliability in agromonitoring systems	196
A'zamzhnov A.A. Methodology of the effectiveness of integrated media and multiplatform PR technologies in the promotion of socio-economic reforms in new Uzbekistan	199
CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY	
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddikov M.Z. The role of convective drying technology in fruit preservation and processing	204
Kholikova Z. Kh., Sodikov U.Kh. Study of octane increase processes by adding organic additives to gasoline	211
Ubaydullaev M.M. Weather analysis to determine the effectiveness of cotton defoliation under conditions of ecological climate change	214
Sodikov U.Kh., Turobzhanov S.M., Kadirov H.I., Modification of diesel fuel with additives	221
Жабборов Т.К., Курбанов Н.М., Жабборов И.Т., Сиддигов М.З. Способы повышения Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddikov M.Z. Ways to increase the chemical and energy efficiency of convective drying technology in modern fruit drying installations	227
Ubaydullaev M.M. Influence of foreign and local defoliants on the effective opening of cotton bolls	232

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Usmanova Z.M. Towards the development of the digital economy	237
Kodirov S.I. Problems of calculating efficiency indicators in digital transformation of industrial enterprises	241
Azamjonov A.A. Conditions created for representatives of the arts in new Uzbekistan and prospects for their effective use in the education system	246
Mamatkadirov S.S. Socio-philosophical factors of the development of youth media culture in new Uzbekistan	249
Madaminov N.M. Methodology of using digital technologies in teaching engineering computer graphics	252

SHORT MESSAGES

Maniyozov O.A. Unconventional methods for solving centrain example problems in mathematics .	258
Saidov M.I. Using analogy components to identify laws and concepts in probability theory and elements of mathematical statistics	260
Umarov A.O. Increasing the power and efficiency of a semi-trailer truck	263
Yuldasheva D.B. Artistic decorations in modern dresses	265
Berdiyeva R.A. Methods for improving the quality of clothing through optimal placement of asymmetrical details in rapport fabrics	267
Umarov A. Wear and hardness test results of welded specimens	270
Berdiyeva R.A. Ergonomic and aesthetic analysis of the structural compatibility of shoulder and sleeve in women's jackets	273
Mukhtorov Sh.S. Standardization of mechanical engineering drawings using engineering graphics	275
Turdiyev M., Rahimova M. Sewing machine bobbin mechanisms	278
Yusupova D.U. Production of protective clothing from flame-resistant materials using local raw materials	281
Oxunov Sh. O., Axunov O. T. Optimization of energy efficiency in mechatronic systems	283
Mamatov A.A. Metrological reliability and uncertainty optimization in intelligent sensor networks for industrial internet of things applications	286
Oxunov Sh.O. Development prospects of small hydropower technologies	288
Kholmatova Kh.A. Sodikov U.Kh. Studying processes for increasing the octane number of motor gasolines based on multicomponent organic additives using GC-MS and IR spectral diagnostics ..	291
Ergashev A.Sh., Mamarakhimov B.I., Namazov Sh.E., Sodiqova O.Kh. Variability of the "emergence to 50% maturation" indicator in hybrids obtained from interspecific hybridization	294
Urinbayeva M.S. The role of artificial intelligence technologies in teaching social and humanitarian sciences	296
Mamadiyeva D.T. Ensuring integration with production and increasing efficiency in physics education	299
Mamurov A.A. The pedagogical importance of applied art education in the development of professional competencies of future teachers of fine arts	300
Mamurov A.A. Improving the artistic and aesthetic competencies of future teachers of fine arts through applied art	303
Kakhkhorova G. Mastering technical terminology and a linguistic framework for ai students' professional communication	306
Sobirov S.I., Usmanova Z.M. Towards the development of the food sector in rural areas	309
Berdiyeva R.A. Methods for improving garment quality through optimizing the placement of asymmetric details in patterned (repeat) fabrics	312
Berdiyeva R.A. Technology for creating a perfect basic pattern for women's clothing	314
Information to the authors !	319

THE POINT OF SPEED AND ACCELERATION

O.A. Maniyozov

Fergana State Technical University,

maniyozovo@gmail.com

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract. As you know, the kinematics of the main chair point (solid) of action of law, the study consists of. You get the system to any body in relations to the law of motion if it is given, the point is the member of the movement: trajectory, and can determine the speed of it.

The refore hhow hard land of the collection is solid at the point from which you can look. For the same reason , to feel the movement of body and movement study to study the point comes.

The key word. trajectory, speed, acceleration, vector, radius–vector

Introduction. When it is given by the speed of the motion vector in the point metho.

Right rectangular coordinate system, point to relations mov moment you've m. During the time t of the point $\vec{r}$ on the radius–vector and thus identifying with the point m at time t_1 during your M_1 position they radius – vector of $\vec{r}_1$ the (3-picture).

It is without a point in $\Delta t = t_1 - t$ time in the range $\overline{MM}_1 = \Delta \vec{r}$ to move. Om I_1 , we will write that here.

$$\overline{MM}_1 = \vec{r}_1 - \vec{r} = \Delta \vec{r}$$

the vector $\Delta \vec{r}$ option, the same to happen Δt - to-time ratio in the range of the speed vector of the point of time is called the central far.

$$\vec{g}_{yp} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (1)$$

Central far the speed vector $\vec{g}_{yp}$ $\Delta \vec{r} = \overline{MM}_1$ of vector to either the zero - to. Δt time range how small I get, the point of the action, the character $\vec{g}_{yp}$ size is so clear to. The point is that the movement cert characteristics to be ab handle to a given point, the speed concept is introduced.

Point the central far the speed vector Δt to zero were committed when the limit point is given speed (instantaneous speed) of a vector is called and $\vec{g}$ by determined:

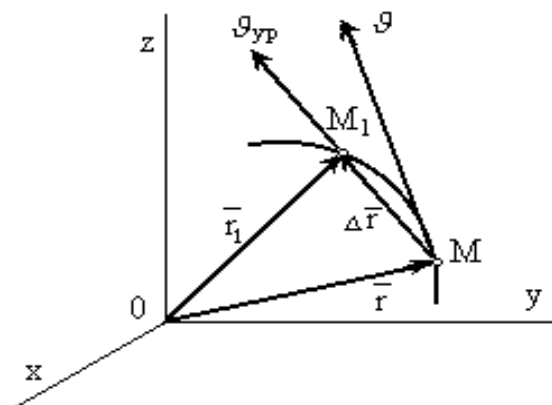
$$\vec{g} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\vec{g}_{yp}) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

or

$$\vec{g} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (8)$$

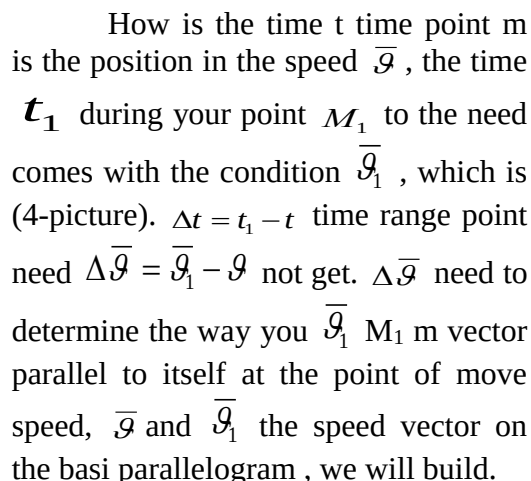
Therefore, the point of the need of its radius vector – vector obtained equal to safely push on the time of the first order.

The measurement of the speed of the unit vector $[\vec{g}] = \frac{[uzunlik]}{[vaqt]} = \frac{L}{T}$, of the speed with lovely main $\frac{m}{s}$ or $\frac{km}{soat}$ s is measured.



3-picture

The point in any direction and the speed of the time interval that the module would change the character of the great acceleration is called.



The second side Parallelogram

$$\bar{a}_{yp} = \frac{\Delta \bar{g}}{\Lambda t} \quad (9)$$
$$\bar{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{\mathcal{G}}}{\Delta t} \quad \text{or} \quad \bar{a} = \frac{d\bar{\mathcal{G}}}{dt} = \frac{d^2 \bar{r}}{dt^2} \quad (10)$$

acceleration the measurement unit $\frac{L}{T^2}$ or $\frac{uzunlik}{(vaqt)^2}$, acceleration basically $\frac{m}{s^2}$ is measured.

The action is given by the point when it is a natural way of speed .

We are in the same time up to the point $\bar{\vartheta}$ speed, $\bar{a}$ acceleration vector module and fixed Oxyz coordinate system axis projections by, we would determine that. Action natural metho point



when given $\bar{g}$ speed and $\bar{a}$ acceleration vector module and fixed Oxyz coordinates into the system, but the point is together with your mov $M\tau nb$ coordinate system axis projections is determined. $M\tau$ arrow point trajectory to don't try to make are transferred. Mn the axis $M\tau$ along the axis perpendicular to the coast, depending on the heavy side are transferred to her trajectory. This rasta - head is called the normal axis. To the axis perpendicular to both Mb the axis is transferred to. This rasta binormal called the arrow (5-picture).

The point of $\bar{g}$ the vector to the speed trajectory don't try was directed across. Its $M\tau$ axis projection $\bar{g}_\tau$ $\bar{g}_\tau = \bar{g}$ or $\bar{g}_\tau = -\bar{g}$ you can. Then Also $\bar{g}_\tau$ to $\bar{g}$ we will sign with.

$\bar{g}$ let's see what we will take to determine value. During the time t of the point trajectory of m at the point $t_1 + \Delta t$ M , then the time from m_1 comes to a point. Δt time range point the curve is the line knew trajectory across $\Delta s = \overset{\cup}{MM_1}$ to move (5-picture). Δs - the unit of the coordinates of gain. Point of central peru, the speed of $\bar{g}_{yp} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ the formula using the determined

Point given in it need the central far from the rate Δt select just yearning take the limit to equal

$$\bar{g} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

or

$$\bar{g} = \frac{ds}{dt} = \dot{s} \quad (21)$$

The speed that is the distance from the point (coordinates from network line is the curve) is equal to time taken up first.

Point don't try and normal acceleration of.

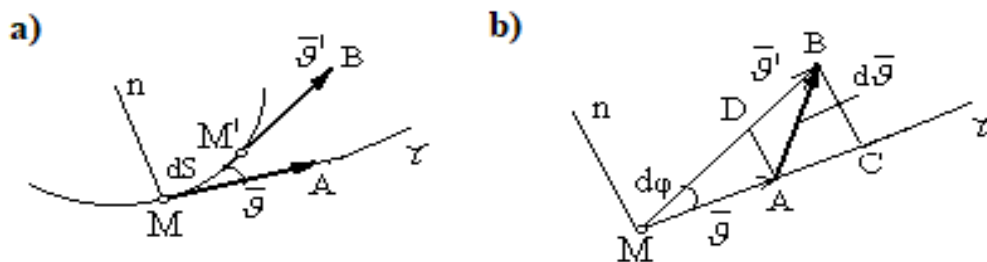
In Point $M\tau n$ after point for the subscriber mov planet acceleration vector Mb axis projection ($a_b = 0$) is equal to zero. Because Mb - this planet was directed perpendicular axis. Point acceleration $M\tau$ and Mn the arrow in projections you will determine that. To do this (10) equality $M\tau$ and Mn the arrow to we project:

$$a_\tau = \frac{(d\bar{g})_\tau}{dt}, \quad a_n = \frac{(d\bar{g})_n}{dt} \quad (22)$$

The point of m and M^1 case velocity difference $d\bar{g}$ vector with the understanding the character of (6 -a), it is without

$$d\bar{g} = \bar{g}^1 - \bar{g}. \quad \bar{g} = \overline{MA} \text{ and } \bar{g}^1 = \overline{MB}$$

$\bar{g} = \overline{MA}$ va $\bar{g}^1 = \overline{MB}$ vector of the total to present where we will move to the point M , (6-



6-picture.

picture,b) as a result $d\bar{g} = \overline{AB}$ will be. $d\varphi$ the mean if it is too small, the ABCD figure can be look as on the rectangular. Without it:

$$(d\bar{g})_\tau = AC = DB = MB - MA = \bar{g}^1 - \bar{g} = d\bar{g}$$

To the arc water limit obtained from the ratio to be equal for his ala ED, MA radius of the physics of the fundamental force of the arc heating without

$$(d\vartheta)_n = AD = MAd\varphi = \vartheta d\varphi$$

$(d\vartheta)_\tau$ and $(d\vartheta)_n$ the world of the value of (22) will yield put to the following:

$$a_\tau = \frac{d\vartheta}{dt}, \quad a_n = \vartheta \frac{d\varphi}{dt}, \quad (23)$$

(23) of the second equality of the right side of stir and change:

$$\vartheta \frac{d\varphi}{dt} = \vartheta \frac{d\varphi}{ds} \frac{ds}{dt}$$

this here: $\frac{d\varphi}{ds} = k$ - curvature curved line coefficient. It has the following form, we will sign:

$$k = \frac{1}{\rho} \quad (24)$$

this here: ρ - radius of curvature of the curved line.

(21) and (24) we can consider (23) in the second equality following from the sight of not just get:

$$a_n = \vartheta \frac{d\varphi}{ds} \frac{ds}{dt} = \vartheta \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \vartheta = \frac{\vartheta^2}{\rho}$$

As a result, the following possible you will be

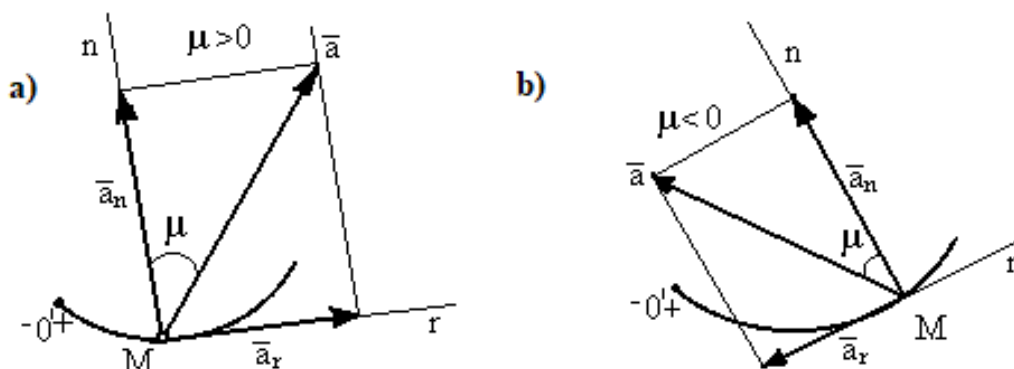
$$a_\tau = \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}, \quad a_n = \frac{\vartheta^2}{\rho}, \quad a_b = 0 \quad (25)$$

a_τ — point don't try (tangentially) of acceleration,

a_n - the point is that the normal acceleration.

In doing so, the point of acceleration don't try in projection need, updated and expanded, the value obtained from the first arc to push the coordinates of the point on the time or on the time taken equal to a second push, the point of acceleration normal home projection, the point is you need of the square the trajectory of a given point is equal the ratio of the radius of curvature.

Point acceleration vector $\bar{a}$, don't try acceleration $\bar{a}_\tau$ and normal acceleration $\bar{a}_n$ s equal to the geometric sum (7-picture).



7-picture.

$$\bar{a} = \bar{a}_\tau + \bar{a}_n$$

acceleration module and direction

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = \sqrt{\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{\vartheta^2}{\rho}\right)^2}$$

$$tg\mu = \frac{a_\tau}{a_n} \quad (26)$$

the formula is determined using.

Bdog here - $\mu > 0$ be $-\frac{\pi}{2} < \mu < \frac{\pi}{2}$ will be without $\bar{a}$ acceleration vector of m and n from a normal M_τ on the arrow of the deviation from the side of the (7-a picture, a), $\mu < 0$ b- die, the reverse side of the deviation from the (7-picture, b).

References

- [1]. Жураева, Д. (2023, November). Применение виртуальной реальности в преподавании физики: новый взгляд на эксперименты и визуализацию. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [2]. Daliyev, B., & Maniyozov, O. A. (2023, November). Abelning chiziqli umumlashgan integral tenglamasini yechish uchun optimal algoritm. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [3]. Насриддинов, О. (2023, October). Исследование аналитических и численных решений дифференциальных уравнений в символьном пакете Maple. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [4]. Маниёзов, О. (2023, October). Применение преобразования фурье при решении краевой задачи для нелинейного уравнения гиперболического типа. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [5]. Bozarov, B. (2023). Оптимальные кубатурные формулы для приближенного интегрирования функций, определенных на сфере в трехмерном пространстве: сфера в трехмерном пространстве. Потомки Аль-Фаргани, 1(4), 109-113.
- [6]. Жўраева, Д. У. (2023). УДК 517.927. 2 Иккинчи тартибли бир жинсли бўлмаган сингуляр коэффициентли бир оддий дифференциал тенглама учун 4-чегаравий масала. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(14), 216-219.
- [7]. Bozarov, B. (2024). Trigonometrik vaznli optimal kvadratur formulalarni kompyuter tomografiyasi tasvirlarini qayta tiklashga tatbiqi: Trigonometrik vaznli optimal kvadratur formulalar. Потомки Аль-Фаргани, (2), 24-27.
- [8]. Жўраева, Д. (2023, October). 4-я краевая задача для неоднородного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с сингулярными коэффициентами. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [9]. Yusupov, Y. A., & Madibragimova, I. M. (2023, November). 1. Quyosh parabolasilindrik kontsentrator qabul qilgichining issiqlik xususiyatlarini o'lchash usullari. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [10]. Далиев, Б. (2024). Sobolevning fazosida Abel umumlashgan integral tenglamasini yechish uchun optimal koeffitsiyentlar va optimal kvadratur formulaning normasi: Optimal koeffitsiyentlar va optimal kvadratur formulaning normasi. Потомки Аль-Фаргани, (2), 46-53.
- [11]. Саидов, М. (2023, October). Нормальные формы. совершенные нормальные формы. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [12]. Саидов, М. И. (2023). Центральная предельная теорема для статистик Фишера. Golden brain, 1(26), 159-164.
- [13]. Саидов, М. (2023, October). Смешанная задача для неоднородного уравнения четвертого порядка. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [14]. Matematika darslarida muammoli ta'lim. IM Madibragimova - Principal issues of scientific research and modern ..., 2023
- [15]. Nasriddinov, O., Abdullayev, J., Jo'rayeva, D., Botirova, N., Maniyozov, O., & Isomiddinova, O. (2024, November). In biology, solving a problem coming to a differential equation in the maple program. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 04006). EDP Sciences.

CHEGARALANMAGAN SOHADA UCHINCHI TARTIBLI TENGLAMA UCHUN BIR CHEGARAVIY MASALA HAQIDA

Z.O. Ro'ziyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti,

e-mail: zroziyeva462@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Mazkur maqolada chegaralanmagan sohada uchinchi tartibli tenglama uchun chegaraviy masala qaralgan bo'lib, masalaning yechimining yagonaligi integral energiya usulida, yechimning mavjudligi esa Fredholm integral tenglamasi orqali ifodalangan.

Tayanch so'zlar: Yuqori tartibli tenglama, yechimning yagonaligi, Laplas operatori, yechimning mavjudligi, Grin funksiyasi.

Аннотация: В данной статье рассматривается краевая задача для уравнения третьего порядка в неограниченной области. Единственность решения задачи доказывается методом интегральных энергетических оценок, а существование решения устанавливается посредством сведения задачи к интегральному уравнению Фредгольма.

Ключевые слова: уравнение высокого порядка, единственность решения, оператор Лапласа, существование решения, функция Грина.

Abstract: This paper considers a boundary value problem for a third-order equation in an unbounded domain. The uniqueness of the solution is established by the integral energy method, while the existence of the solution is proved by reducing the problem to a Fredholm integral equation.

Keywords: higher-order equation, uniqueness of solution, Laplace operator, existence of solution, Green's function.

1. Kirish. Matematik fizika tenglamalari va ular uchun qo'yiladigan chegaraviy masalalar zamonaviy matematikaning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bunday tenglamalar issiqlik almashinuvi, tebranish jarayonlari, elastiklik nazariyasi, gidrodinamika, aerodinamika, elektromagnit maydonlar hamda boshqa ko'plab tabiiy va texnik jarayonlarni matematik modellashtirishda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, yuqori tartibli differensial tenglamalar murakkab fizik jarayonlarning xususiyatlarini ifodalashda muhim ahamiyat kasb etadi. Chegaraviy masalalarni o'rganish nazariy va amaliy jihatdan dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ushbu masalalarni yechish orqali modellashtirilayotgan jarayonlarning mavjudligi, yagonaligi va barqarorligi kabi muhim xossalari aniqlanadi. So'nggi yillarda chegaralanmagan sohalarda qo'yilgan chegaraviy masalalarga bo'lgan qiziqish yanada ortib bormoqda. Bunga sabab, ko'plab amaliy masalalarda o'rganilayotgan jarayonlar cheksiz yoki yarim cheksiz sohalarda sodir bo'lishidir.

Bu tipdagi tenglamalar uchun ustozlarimiz T.D. Jo'rayev [1], M.S. Salohiddinov [2] va ularning ilmiy maktabi vakillari tomonidan turli chegaraviy masalalar qo'yilib, ularni o'rganishning nazariy asoslari yaratilgan. Hozirgi kunda ikkinchi, uchinchi va undan yuqori tartibli differensial tenglamalar uchun ko'plab mualliflar tomonidan chegaraviy masalalar keng tahlil etilib, ularning yechimlari va xossalari chuqur o'rganilgan [4,5,6]. Uchinchi tartibli differensial tenglamalar ko'plab fizik va texnik jarayonlarni tavsiflashda muhim o'rin tutadi. Xususan, elastik muhitlarning tebranishlari, suyuqliklar harakati, issiqlik va massa almashinuvi jarayonlarini modellashtirishda ushbu tenglamalardan foydalaniladi. Shu sababli, ular uchun chegaralanmagan sohalarda qo'yilgan chegaraviy masalalarni o'rganish katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Mazkur maqolada chegaralanmagan sohada uchinchi tartibli tenglama uchun bir chegaraviy masala qaralgan. Masalaning qo'yilishi, uning yechimining mavjudligi hamda ayrim xossalari tahlil qilinadi. Olingan natijalar ushbu yo'nalishdagi mavjud ilmiy tadqiqotlarni yanada rivojlantirishga va yuqori tartibli differensial tenglamalar nazariyasini boyitishga xizmat qiladi.

2. Masalaning qo'yilishi. Ushbu

$$\frac{\partial}{\partial y} \Delta U(x, y) + C(x, y)U_y(x, y) = 0 \quad (1)$$

tenglamaning

$$D = \{(x, y) : 0 < x < \infty, 0 < y < \infty\}$$

sohada regulyar bo'lgan, $\overline{D}$ sohada uzluksiz shunday $U(x, y)$ yechimini topingki, u quyidagi chegaraviy shartlarni qanoatlantirsin:

$$U(x, y)|_{x=0} = \varphi_1(y), \quad 0 \leq y < \infty, \quad (2)$$

$$U(x, y)|_{y=0} = \varphi_2(x), \quad 0 \leq x < \infty, \quad (3)$$

$$U_y(x, y)|_{y=0} = \varphi_3(x), \quad 0 \leq x < \infty, \quad (4)$$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} U_y(x, y) = 0, \quad R^2 = x^2 + y^2, \quad x > 0, y > 0. \quad (5)$$

Bu yerda $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ - Laplas operatori, $C(x, y)$ va $\varphi_i (i = \overline{1, 3})$ - berilgan funksiyalar

va

$$\varphi_1(0) = \varphi_2(0) \quad (6)$$

kelishuv sharti o'rinli.

Ushbu ko'rinishda belgilash kiritib,

$$U_y = V \quad (7)$$

(1) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta V + CV = 0 \quad (8)$$

(7) ga asosan (2) - (5) chegaraviy shartlardan foydalanib, (8) tenglama uchun quyidagi chegaraviy shartlarni olamiz:

$$V(x, y)|_{x=0} = \varphi_1'(y), \quad V(x, y)|_{y=0} = \varphi_3(x), \quad (9)$$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} V(x, y) = 0, \quad R^2 = x^2 + y^2, \quad x > 0, y > 0. \quad (10)$$

3. Masala yechimining yagonaligi.

Teorema. Agar $R \rightarrow \infty$ da

$$1) |C(x, y)| \leq \frac{C_1}{R^\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad C_1 = const;$$

$$2) C_y(x, y) \geq 0, \quad (x, y) \in D,$$

bo'lsa, u holda (1) – (5) masalaning bittadan ortiq yechimi mavjud emas.

Isbot. Masala yechimining yagonaligini isbotlash uchun (1) - (5) masalaga mos bir jinsli masalaning trivial yechimga ega ekanligini ko'rsatamiz, ya'ni

$$\Delta \left(\frac{\partial}{\partial y} U \right) + CU_y = 0 \quad (1)$$

$$U(x, y)|_{x=0} = 0, \quad U(x, y)|_{y=0} = 0, \quad U_y(x, y)|_{y=0} = 0. \quad (11)$$

masalani qaraymiz. (1) va (11) masala (7) belgilashga ko'ra quyidagi masalaga ekvivalent:

$$\Delta V + CV = 0, \quad (8)$$

$$V(x, y)|_{x=0} = 0, \quad V(x, y)|_{y=0} = 0, \quad (12)$$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} V(x, y) = 0, \quad R^2 = x^2 + y^2, \quad x > 0, y > 0. \quad (10)$$

Ushbu

$$\begin{aligned} D_R &= \{(x, y): x^2 + y^2 < R^2, x > 0, y > 0\}, \\ \partial D_R &= \{(x, y): (x=0) \cup (y=0) \cup \sigma_R\}, \\ \sigma_R &= \{(x, y): x^2 + y^2 = R^2, x > 0, y > 0\} \end{aligned}$$

sohani qaraymiz.

(8) Laplas tenglamasini $V(x, y)$ funksiyaga ko'paytirib, D_R soha bo'yicha integral olamiz:

$$\iint_{D_R} V(V_{xx} + V_{yy} + CV) dx dy = 0. \quad (13)$$

Mazkur ko'paytmada ba'zi shakl almashtirishlarni bajarib, (10), (12) chegaraviy shartlardan foydalansak, (13) tenglik quyidagi

$$\iint_{D_R} [(V_x)^2 + (V_y)^2 + CV^2] dx dy = 0. \quad (14)$$

ko'rinishga keladi. Bundan,

1) Agar $C = 0$ bo'lsa, u holda (14) dan $V_x = V_y = 0$ tenglikni olamiz, bu tengliklardan $V = \text{const}$ ekanligi kelib chiqadi.

2) Agar $C \neq 0$ bo'lsa, $U_y = 0$ bo'ladi. Ma'lumki, bu tenglamaning umumiy yechimi

$$U = \bar{\phi}(x) \quad (15)$$

ko'rinishda bo'ladi. Bu yerda $\bar{\phi}(x)$ - ixtiyoriy noma'lum funksiya. (11) chegaraviy shartlarning biridan foydalansak, (15) tenglikdagi $\bar{\phi}(x)$ funksiya aynan nolga teng bo'lib $U(x, y) = 0$, $(x, y) \in \bar{D}$ da $U_y = 0$ tenglama trivial yechimga ega ekanligini topamiz.

4. Masala yechimining mavjudligi.

2-teorema. Agar

1) $\varphi_1(y), \varphi_2(x), \varphi_3(x)$ funksiyalar uzluksiz va

2) $|\varphi_1'| \leq \frac{C_1}{y^2}, \quad y \rightarrow \infty, \quad |\varphi_2| \leq \frac{C_2}{x^2}, \quad |\varphi_3| \leq \frac{C_3}{x^2}, \quad x \rightarrow \infty$ shartlarni qanoatlantirsa,

u holda (1) - (5) masalaning yechimi mavjud.

Isbot. Yechimning mavjudligini isbotlash uchun Grin funksiyalari [3] usulidan foydalanamiz.

$$G(z, \tau) = \frac{1}{2\pi} \ln \left| \frac{z^2 - \tau^{-2}}{z^2 - \tau^2} \right|;$$

bu yerda: $z = x + iy, \tau = \xi + i\eta$.

Ma'lumki, Grin funksiyasi

$$\Delta G = 0 \quad (16)$$

tenglamani va

$$G|_{\xi=0} = 0 \quad G|_{\eta=0} = 0 \quad (17)$$

shartlarni qanoatlantiradi.

V funksiya (8), (10), (12) masalaning yechimi bo'lsin. Biror (x,y) nuqtani ε radiusli va markazi (x,y) nuqtada bo'lgan C_ε aylana bilan o'raymiz. Aylanadan tashqaridagi sohani D_R^ε deb belgilaymiz va bu soha uchun Grin formulasini [3] qo'llaymiz.

$$\iint_{D_R^\varepsilon} [G(\Delta V - V\Delta G)] d\xi d\eta = \iint_{\partial D_R} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds \quad (18)$$

(18) tenglikni chap tomonini (16), (17) shartlarga asosan

$$\iint_{D_R^\varepsilon} GCU_y d\xi d\eta$$

ga teng. O'ng tomonida integral chegarasini almashtirib,

$$\int_{OA \cup \sigma_R \cup OB} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds - \int_{C_\varepsilon} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds = \iint_{D_R^\varepsilon} GCU_y d\xi d\eta$$

ifodani hosil qilamiz. Ohirgi tenglikda chap tomondagi integralni qaraymiz.

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_{OA \cup \sigma_R \cup OB} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds = \int_{OA \cup OB} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds + \\ &+ \int_{\sigma_R} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds = - \int_{AO} V(0, \eta) G_\xi(x, y; 0, \eta) d\eta + \\ &+ \int_{OB} V(\xi, 0) G_\eta(x, y; \xi, 0) d\eta + \int_{\sigma_R} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds = \\ &= \int_0^R G_\xi \varphi_1'(\eta) d\eta - \int_0^R G_\eta \varphi_3(\xi) d\xi + \int_{\sigma_R} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds, \\ I_1 &= \int_0^R G_\xi \varphi_1'(\eta) d\eta - \int_0^R G_\eta \varphi_3(\xi) d\xi + \int_{\sigma_R} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds \end{aligned}$$

Bu ifodada $R \rightarrow \infty$ da limitga o'tib,

$$I_1 = \int_0^\infty G_\xi \varphi_1'(\eta) d\eta - \int_0^\infty G_\eta \varphi_3(\xi) d\xi$$

tenglikni hosil qilamiz.

Keyingi C_ε bo'yicha

$$I_2 = \int_{C_\varepsilon} \left(G \frac{\partial V}{\partial n} - V \frac{\partial G}{\partial n} \right) ds$$

integralni hisoblaymiz. Buning uchun Grin formulasini quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$\begin{aligned} G(z, \tau) &= -\frac{1}{2\pi} \ln |z - \tau| + g(x, y; \xi, \eta) = -\frac{1}{2\pi} \ln \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2} + \\ &+ g(x, y; \xi, \eta) = -\frac{1}{2\pi} \ln r + g(x, y; \xi, \eta) \end{aligned}$$

U holda

$$\begin{aligned} I_{21} &= \int_{C_\varepsilon} G \frac{\partial V}{\partial n} ds = \int_{C_\varepsilon} \left[-\frac{1}{2\pi} \ln r + g \right] \frac{\partial V}{\partial n} ds = \\ &= -\frac{1}{2\pi} \int_{C_\varepsilon} \left[\ln r \frac{\partial V}{\partial n} (P^*) 2\pi\varepsilon \right] ds + \int_{C_\varepsilon} g \frac{\partial V}{\partial n} ds. \end{aligned}$$

Bu yerda $\frac{\partial V}{\partial n}(P^*) - \frac{\partial V}{\partial n}$ normal hosilaning C_ε aylana ustidagi o'rta qiymati. Bu ifodada $\varepsilon \rightarrow 0$ limitga o'tsak,

$$I_{21} = 0.$$

Endi I_{22} integralni qaraymiz:

$$\begin{aligned} I_{22} &= \int_{C_\varepsilon} -V \frac{\partial G}{\partial n} ds = \int_{C_\varepsilon} V \frac{\partial G}{\partial n} ds = - \int_{C_\varepsilon} V \left(-\frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{r} + \frac{\partial g}{\partial r} \right) ds = \\ &= \frac{1}{2\pi\varepsilon} \int_{C_\varepsilon} V ds - \int_{C_\varepsilon} V \frac{\partial g}{\partial r} ds = \frac{1}{2\pi\varepsilon} V(P^{**}) 2\pi\varepsilon + \int_{C_\varepsilon} V \frac{\partial g}{\partial r} ds = \\ &= V(P^{**}) + \int_{C_\varepsilon} V \frac{\partial g}{\partial r} ds. \end{aligned}$$

Bu yerda P^{**} -chiziqliq ustidagi ixtiyoriy nuqta. So'nggi ifodada $\varepsilon \rightarrow 0$ da limitga o'tib,

$$I_{22} = V(x, y)$$

tenglikni hosil qilamiz. Bularni e'tiborga olsak,

$$I_2 = V(x, y).$$

U holda (8), (10), (12) masalaning yechimini ifodalovchi quyidagi formulaga kelamiz:

$$\begin{aligned} V(x, y) &= \int_0^\infty G_\xi(x, y; 0, \eta) \phi_1'(\eta) d\eta - \int_0^\infty G_\eta(x, y; \xi, 0) \phi_3(\xi) d\xi - \\ &- \iint_D G_\eta(x, y; \xi, \eta) C(\xi, \eta) U_y(\xi, \eta) d\xi d\eta \end{aligned}$$

yoki Grin funksiyasini qo'ysak:

$$\begin{aligned} V(x, y) &= \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \left(\frac{x}{x^2 + (y - \eta)^2} - \frac{x}{x^2 + (y + \eta)^2} \right) \phi_1'(\eta) d\eta - \\ &- \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \left(\frac{y}{(x - \xi)^2 + y^2} - \frac{y}{(x + \xi)^2 + y^2} \right) \phi_3(\xi) d\xi - \iint_{D_R^\varepsilon} G C U_y d\xi d\eta \end{aligned} \quad (19)$$

Endi (7) tenglamani (3) shartini qanoatlantiruvchi yechimini qidiramiz. Buning uchun (7) tenglamani $[0, x]$ segmentda integrallab, (19) dan foydalansak,

$$\begin{aligned} U(x, y) &= \frac{1}{\pi} \int_0^y \left[\int_0^\infty \left(\frac{x}{x^2 + (t - \eta)^2} - \frac{x}{x^2 + (t + \eta)^2} \right) \phi_1'(\eta) d\eta \right] dt - \\ &- \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \left(\frac{t}{(x - \xi)^2 + t^2} - \frac{t}{(x + \xi)^2 + t^2} \right) \phi_3(\xi) d\xi - \iint_D G C U d\xi d\eta + \phi_1(x) \end{aligned} \quad (20)$$

(20) tenglikda integrallarni hisoblash natijasida quyidagi

$$U(x, y) + \iint_D K(x, y; \xi, \eta) U(\xi, \eta) d\xi d\eta = F(x, y) \quad (21)$$

ko‘rinishdagi tenglamaga kelamiz. Bu yerda

$$K(x, y; \xi, \eta) = C(\xi, \eta) \int_0^y G(x, t; \xi, \eta) dt$$

$$F(x, y) = - \int_0^\infty G_1(x, y; 0, \eta) \phi_1'(\eta) d\eta + \int_0^\infty G_2(x, y; \xi, 0) \phi_3(\xi) d\xi + \phi_1(x),$$

$$G_1(x, y; 0, \eta) = \arctg \frac{x-\eta}{x} - \arctg \frac{x+\eta}{x},$$

$$G(x, y; \xi, 0) = \frac{1}{2} \left[\ln(x^2 + (x-\xi)^2) - \ln(x^2 + (x+\xi)^2) + 2 \ln \frac{x+\xi}{x-\xi} \right].$$

(21) tenglama Fredgolmning ikkinchi tur integral tenglamasi bo‘lib, yechimning yagonaligi mavjudlik teoremasidan kelib chiqadi.

Mavjudlik teoremasi shartlari bajarilganda $U(x, y)$ funksiya masalada qo‘yilgan barcha shartlarni bajaradi.

Teorema isbotlandi.

5. Xulosa. Mazkur maqolada chegaralanmagan sohada uchinchi tartibli differensial tenglama uchun bir chegaraviy masala o‘rganildi. Tadqiqot davomida masalaning qo‘yilishi tahlil qilinib, uning yechimining mavjudligi va ayrim xossalari ko‘rib chiqildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, chegaralanmagan sohalarda qo‘yilgan chegaraviy masalalarni o‘rganish yuqori tartibli differensial tenglamalar nazariyasini yanada rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shuningdek, uchinchi tartibli differensial tenglamalar ko‘plab fizik, texnik va muhandislik jarayonlarini matematik modellashirishda keng qo‘llanilishi sababli, ular uchun chegaraviy masalalarni tadqiq etish nazariy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi. Ushbu yo‘nalishda olingan natijalar kelgusida murakkabroq tenglamalar hamda turli turdagi chegaraviy shartlar uchun yangi ilmiy tadqiqotlarni olib borishga imkon yaratadi.

Tadqiqot natijalari T.D. Jo‘rayev, M.S. Salohiddinov va ularning ilmiy maktabi tomonidan yaratilgan nazariy yondashuvlarni yanada boyitishga xizmat qiladi. Kelgusida ushbu usullarni takomillashtirish va yuqori tartibli differensial tenglamalar uchun yangi chegaraviy masalalarni o‘rganish muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoladi.

Adabiyotlar

- [1]. Джураев Т.Д. Краевые задачи для уравнения и смешанного и смешанно составного типов. Ташкент. Фан. 1979.-240 с.
- [2]. Салахитдинов М.С. Уравнения смешанно-составного типа. Ташкент. Фан.1974.156с.
- [3]. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М. Наука 1977.-736с.
- [4]. Зикиров О.С., Газиёв К.С. Об одной краевой задаче для уравнения третьего порядка составного типа. Вестник НУУз. 2017, N 2/2, с138.
- [5]. Зикиров О.С., Рахматов Н.Б. О разрешимости нелокальной задачи для нагруженного уравнения третьего порядка. Неклассические уравнения математической физики и их приложения. 2022 г. 6-8-октября.
- [6]. Сагдуллаева М.М. Об одной нелокальной задаче для уравнения в частных производных третьего порядка. Неклассические уравнения математической физики и их приложения. 2022 г. 6-8-октября.

INTENSIV USULDA YETISHTIRILGAN PILLALAR UCHUN RATSIONAL CHUVISH PARAMETRLARINI O'RNATISH

A.E. Gulamov, N.B. Esanova, mustaqil tadqiqotchi U.B. Umirov

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada intensiv usulda yetishtirilgan mahalliy Zarafshon-2 va Zarafshon-3 duragay pillalarini qayta ishlashning texnologik rejimlari tadqiq etildi. Pillalarni vakuum ostida suv bilan to'ldirish, bug'lash va avtomat pilla chuvish mashinasida chuvish parametrlarining xom ipak sifati hamda ishlab chiqarish samaradorligiga ta'siri o'rganildi. Tadqiqotlar natijasida intensiv usulda yetishtirilgan pillalar uchun muqobil chuvish tezligi 130 m/min etib belgilandi hamda O'zDSt 3313:2018 talablari bo'yicha 3A sinfga mos 2,33 teksli xom ipak olish imkoniyati yaratildi. Taklif etilgan texnologik rejimlar pilla xomashyosidan samarali foydalanish va pillakashlik korxonalarining iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Tayanch so'zlar: Zarafshon-2, Zarafshon-3, intensiv usul, pilla chuvish, vakuum bug'lash, xom ipak, 3A sinf, iqtisodiy samaradorlik.

Abstract. In this article presents the investigates the technological processing parameters of locally developed Zarafshon-2 and Zarafshon-3 hybrid cocoons produced under intensive cultivation conditions. The effects of vacuum water filling, steaming, and automatic cocoon reeling processes on raw silk quality and production efficiency were studied. The research established an optimal reeling speed of 130 m/min for intensively produced cocoons, enabling the production of 2.33 tex raw silk that meets the requirements of the 3A quality grade according to O'zDSt 3313:2018. The proposed technological regimes contribute to more efficient utilization of cocoon raw materials and improved economic performance of silk processing enterprises.

Key words: Zarafshon-2, Zarafshon-3, intensive method, cocoon reeling, vacuum steaming, raw silk, 3A grade, economic efficiency.

KIRISH

Dunyo bo'yicha ipak ishlab chiqarish so'nggi 5 yilda 15,7 foizga oshgan va ayni paytda yillik yalpi ipak mahsuloti hajmi 193 tonnaga teng bo'lib, uning 80 foizi Xitoy, 16 foizi Hindiston, 2,5 foizi O'zbekiston va qolgan qismi boshqa mamlakatlar hissasiga to'g'ri keladi. Bugungi kunda ipakchilik bilan shug'ullanuvchi barcha davlatlarda tut ipak qurtini parvarishlashda yaratilgan sharoitlarni hisobga olgan holda yetishtirish hamda yuqori sifatli xalqaro standartlarga mos ipak xomashyosini ishlab chiqarishga alohida e'tibor qaratmoqda. Bugungi kunda ipakchilik bilan shug'ullanuvchi barcha davlatlarda tut ipak qurtini parvarishlashda yuqori namlik sharoitlarni hisobga olgan holda yetishtirish hamda yuqori sifatli xalqaro standartlarga mos ipak xomashyosini ishlab chiqarishga alohida e'tibor qaratmoqda [1].

Dunyo bo'yilab ipak ishlab chiqarish sanoati 2024-yilda taxminan 20–21 milliard AQSh dollariga baholangan va 2034-yilga kelib 36–41 milliard AQSh dollarigacha o'sishi kutilmoqda. Bu o'sish yillik o'rtacha 6,7% dan 7,7% gacha bo'lgan o'sish sur'atiga ega. Asosiy ishlab chiqaruvchi mamlakatlardan birinchisi bo'lgan Xitoy dunyo bo'yilab ipak ishlab chiqarishning taxminan 70% ini tashkil etadi. 2022-yilda 50 ming tonna ipak ishlab chiqarilgan. Hindiston esa 2 o'rinda bo'lib, dunyo bo'yilab ipak ishlab chiqarishning taxminan 18% ini tashkil etadi. 2021–2022 yillarda 36 tonnadan ortiq ipak ishlab chiqarilgan. O'zbekiston esa 3 o'rinda bo'lib, yillik ishlab chiqarish hajmi taxminan 2 tonnani tashkil etadi [2].

Mamlakatimizda 2024-yilga kelib, pilla yetishtirishda urug'chilik korxonalari soni 13 taga yetib, mahalliyashtirish darajasi 59,8% ni tashkil etdi. Bu pilla xomashyosi to'liq qayta ishlanib, eksportga yo'naltirilayotganini ko'rsatadi.

2020-yilda tizim korxonalari tomonidan pilla xomashyosi qayta ishlash darajasi 94% ni tashkil etgan bo'lsa, 2024-yilda bu ko'rsatkich 100% ga yetkazildi. Eksport geografiyasi esa 2020-yilda 14 ta davlatga eksport qilingan bo'lsa, 2024-yilning 10 oyligida eksport qilingan davlatlar soni 16 taga yetdi. [3].

МУХОКАМА VA NATIJALAR

Pillani chuvishdan maqsad uzunligi bo'yicha silliq va chiziqiy zichligi bo'yicha bir tekis bo'lgan kompleks iplarni shakllantirishdan iborat. Bunday kompleks iplar xom ipak deb yuritilib, bir nechta pilla iplarini chuvish yo'li bilan hosil qilinadi. Bunday asosiy vazifa yordamchi materiallar va mehnat sarfini iloji boricha kamaytirishdan iborat. Pilla chuvish jarayonlarini shartli to'rt guruhga bo'lish mumkin: Pillalarni chuvishga dastlabki tayyorlash uchun qobiqni qattiqligi, kalibri va tashqi belgilari bo'yicha saralash; pillalarni chuvishga tayyorlash pilladagi seritsinni yumshatish, pillani suv bilan to'ldirish, yakka uchini topish va ularni ajratish; pilla chuvish-pilla iplaridan xom ipakni shakllantirish va charxga yig'ish; nazorat-yig'uv charxdan tushirilgan xom ipak mollik mahsulot ko'rinishiga keltirish va tayyor mahsulot omboriga olib tushishdan iborat.

Ma'lumki, pillani chuvishga dastlabki tayyorlash jarayonlari chuvishga tayyorlashdan farq qiladi. Bunda pillalar hech qanday mexanik yoki kimyoviy ta'sirlarga uchramaydi. Pillani chuvishga tayyorlash jarayonlarida esa fibroin va seritsinning xususiyatlariga kimyoviy va fizik-mexanik jarayonlar ta'sir etadi. Chuvish korxonalariga keltirilgan quruq pilladagi iplarning yelimlanganlik kuchi yuqori bo'ladi, bu yelimlangan iplarni ajratish uchun seritsin yumshatib olinadi va tolalarning yopishqoqlik kuchi kamayadi. Bu jarayonni bug'lash orqali bajaramiz. Pillalar suvda chuvganda ularning suvdan chiqib ketish ehtimoli mavjud bo'lib, tortish kuchiga qarshilikni amalga oshiruvchi kuch lozim bo'ladi. Bunga pillalarning ichini suv bilan to'ldirib, og'irlik kuchi hosil qilish orqali erishiladi. Pilladagi seritsinni yumshatib va ichiga suv to'ldiriladi. Shuni hisobiga pilladan ipni ajralishi oson kechadi.

"Ipak texnologiyasi" kafedra olimlari pilla ipidagi nuqsonlar paydo bo'lishini o'rganib ularni bir turdan boshqa turdagi nuqsonga o'tishi mumkinligini ko'rsatib berishgan. Chuviyatotgan xom ipakdagi mo'ylovchalar asosan dastaga pillani noto'g'ri tashlanishi hamda ilgichni aylanishlar sonining kamayishi yoki uning to'xtab qolishi sababli hosil bo'lishini ta'kidlashgan [4].

Pillalar pasportizatsiya qilish orqali guruhlanib aralashtiriladi, loslardan tozalanadi, kalibrlanadi va saralanadi. Bu jarayonlar ipak ishlab chiqarish jarayonining o'ziga xos xususiyatlaridan biri hisoblanadi. Pillalarni chuvishga tayyorlash ya'ni, ularning ichiga suv to'ldirish, qobiqdagi seritsin qavatlarini yumshatish, uchlarini topish va silkitish, tayyor bo'lgan pillalarni chuvish va quritish jarayonlari amalga oshiriladi [5].

Professor X.Alimova va boshqalar tomonidan texnologik rejimlarni noto'g'ri o'rnatilishi tufayli hosil bo'ladigan nuqsonlarni olib borilgan tahlillar, xom ipakda nuqsonlarning hosil bo'lishi va rejimlarining buzilishi oqibatida qobiqdan xom ipak chiqishi kamayib torsimon los chiqishi ortishini ko'rsatadi [6].

X.D.Bastamkulova tomonidan xom ipak kalavalarini vakuum bug'li muhitda namligini oshirish yo'li bilan xom ipak iplarini uzilishlarini kamaytirish yo'llari tadqiq qilingan. Vakuum bug'li muhitda kalavalariga ishlov berilgandan so'ng ipdagi deformatsiyalarni tashkil qiluvchi kuchlar relaksatsiya holatiga keladi. Tadqiqotlar shundan dalolat beradiki, xom ipakni vakuum bug'li muhitda namlaganda relaksatsiya jarayoni bir muncha tezlashadi hamda kalava qavatlar ichiga bir tekis yetib boradi va bir xilda shimiladi. Bunda xom ipak charxdan yechilganda relaksatsiya jarayoni jadallashadi [7].

M.K.Raxmonberdiyeva o'z tadqiqotlarida qobiqdagi seritsinning mayoridan ortiq yumshatilishi pilla ichidagi tozaligi bo'yicha nuqsonlarni paydo bo'lishiga olib kelishini aniqlagan [8].

Olingan natijalar va ularni muhokamasi. Nazorat variantida vakuum bug'lash apparatida pillalar qobiqidagi seritsinni yumshatish va adgeziya kuchini kamaytirish maqsadida korxona sharoitida o'rnatilgan rejimlar asosida ishlov berildi. Mavjud va tajriba usullarda yetishtirilgan pillalar uchun ularning qobiq xususiyati inobatga olingan holda rejim ishlab chiqildi. Korxonada pillalar qobiqidagi seritsinni yumshatish va adgeziya kuchini kamaytirish uchun quyidagi rejimlar o'rnatildi. Pillalar vakuum kameraga 20 kg dan yuklandi. Vakuum kameraga pilla yuklangandan so'ng 42 °C suv bilan to'ldirildi. Vakuum kamera qopqog'i yopilgandan keyin kamera ichidagi havo so'rib olindi. Bug'lash vaqti esa 7 minut qilib belgilandi. Pillalarni bug'langanlik darajasining sifat ko'rsatkichlari, pillalarni suvdagi holati, uch berishi, ichiga suv to'lganlik ko'rsatkichlari bilan

aniqlandi. Pillalarning cho‘kkanlik darajasi ularni suvga solib ko‘rish yo‘li bilan aniqlandi va cho‘kkanlik darajasi 100 % ni tashkil qildi. Pillalarni rangini o‘zgarishi bir xilda ekanligi organoleptik usulda aniqlandi. Nazorat variantida mahalliy “Zarafshon-2” va “Zarafshon-3” duragaylari pillalari korxona sharoitida tajribalar zamonaviy ZD-800 Vakuum ostida pillalarni suv to‘ldirish dastgohida suv harorati $28 \pm 30^{\circ}\text{C}$ va $-0,1 \text{ MPa}$ vakuum ostida suv to‘ldirish vaqti 2 minut davomida suv bilan to‘ldirish amalga oshirildi. Pillalarni suv bilan to‘lganlik darajasi 92 ± 97 % ni tashkil qildi.

Tajriba variantida “SHAHRISABZ SILK PRODUCTION” MChJda ishlab chiqarish sharoitida intensiv usulda yetishtirilgan mahalliy “Zarafshon-2” va “Zarafshon-3” duragaylari pillalarini qobiq xususiyatlarini, jumladan ularning qobiqlarini qaliligi, quvvati va zichligi yuqoriligi, g‘ovakdorlik ko‘rsatkichi esa aksincha past ekanligini e‘tiborga olgan holda pillalar ichini suv bilan to‘ldirish bo‘yicha tajribalar olib borildi. Tajribalar korxonada o‘rnatilgan zamonaviy ZD-800 vakuum ostida pilla ichiga suv to‘ldirish dastgohida 3 minut davomida $-0,1 \text{ MPa}$ vakuum ostida, suvning harorati 35°C , 40°C , 45°C gacha bo‘lgan oraliqlarda o‘zgartirilgan holda 5 martadan takrorlab o‘tkazildi. Dastgohda suv harorati 50°C bo‘lganda, kamera ichidagi vakuum bosimi $-0,1 \text{ MPa}$ ostida 3 minut davomida ishlov berilganda pillalarning ichiga 100% suv bilan to‘ldirishga erishildi. Pillalarni suv bilan to‘lganlik darajasi ularni suvga solib ko‘rish yo‘li bilan aniqlandi 1-jadval.

1-jadval

ZD-800 Vakuum ostida pillalarni suv bilan to‘ldirish dastgohida nazorat va tajriba variantlarida olingan natijalari

Nazorat		Tajriba	
Suv harorati, $^{\circ}\text{C}$	Pillalarni suv bilan to‘lganlik darajasi (%)	Suv harorati, $^{\circ}\text{C}$	Pillalarni suv bilan to‘lganlik darajasi (%)
28 - 30	93	50	97

Pillalar qobig‘idagi seritsinni yumshatish va adgeziya kuchini kamaytirish nazorat variantida korxona sharoitida vakuum bug‘lash dastgohida 7 minut bo‘lib, intensiv usulda yetishtirilgan pillalar uchun esa ushbu vakuum bug‘lash dastgohida 6 minut davomida ishlov berilib, sifatli pishirilgan pilla olish mumkinligi tajribalar davomida aniqlandi. Pillalarni vakuum bug‘lash dastgohida mavjud va intensiv usulda yetishtirilgan pillalarni pishirishda nazorat va tajriba variantlari parametrlari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Vakuum bug‘lash apparatida mavjud va intensiv usulda yetishtirilgan pillalarini bug‘lash parametrlari

Ko‘rsatkichlar	Nazorat	Tajriba
Vakuum kameraga pillalarni yuklash, kg	20	20
Suv harorati ($^{\circ}\text{C}$)	40	42
Pillani bug‘lash vaqti, min	7	6
Pillaning suvdagi holati	Cho‘kkan	Cho‘kkan

Pillalar pishirilgandan so‘ng ularning uchlari topiladi. Chuvishga tayyorlash jarayonida pillalarni yakka uchlari topish chuvish avtomatining silkitish qismida cho‘tkalar yordamida amalga oshiriladi. Uchi topilgan pillalar dastgohning chuvish toziga yo‘naltiriladi.

FY-2000 NT pilla chuvish avtomatining silkitish qismidagi cho‘tkaning aylanish vaqti 16 sekund bo‘lib, shu vaqt davomida har bitta cho‘tka 14 martadan aylanma-qaytma harakat qiladi. FY-2000 NT pilla chuvish avtomatining silkitish qismida quyidagi vazifalar bajariladi: qobiqdan loslarni ajratib olish; ajralgan losni charxga yig‘ish; uchlari topilgan pillalarni uch bermagan yoki uchi topilmagan pillalardan ajratish. Loslarni pillalardan ajratish va seritsinning adgeziya kuchi kamaytirilgandan so‘ng aylanma cho‘tkalar tuklari pillalar yuzalariga ta’sir ettirilishi natijasida pillalar uchlari ilashtirilib silkitish yo‘li bilan ajratib olinadi.

Pilla chuvishda uning qobig'idan maksimal foydalanish imkoniyatlari quyidagi omillar: ipak qurtining zoti, duragayi, boqilish sharoiti, pilla qobig'ining geometrik xususiyatlari, turli tashqi ta'sirlar va qayta ishlov berish jarayonlari ta'sirida kamayib ketadi. Umumiy holda bug'lash suvni qobiq orasidan o'tishi va shimilishini ifodalaydi. Suvning pilla qobig'i bo'ylab notekis o'tishi uning chuvilish xususiyati va xom ipak chiqishini kamayishiga olib keladi. Tadqiqot ishida pilla durugaylari uchun chuvish parametrlari o'rnatib olindi (3-jadval).

3-jadval

Pillalarni chuvish rejimlari

№	Parametrlar	Ko'rsatkichlar
1	Bug'lash qozonidagi suvning temperaturasi, °C	94-96
2	Silkitib yakka uchuni topish qozonidagi suvning harorati, °C	76-78
3	Chuvish tozidagi harorat, °C	36-38
4	Quritish shkafidagi harorat, °C	40-42
5	Chirmovlash uzunligi, mm	8-10
6	Chirmovlashdan chiqayotgan ipning burchagi, gradus	80

FY-2000 NT avtomat pilla chuvish mashinasida muqobil chuvish tezligini hisoblashda pilla yetishtirishning ikkala usuli uchun alohida pillalarni chuvish tezligini o'rnatildi. Mashinaning qolgan boshqa parametrlari bir xil qilib olindi. Bunda chuvish tozi harorati 36-38 °C, quritish shkafidagi harorat 40-42 °C, chirmov uzunligi 80-100 mm, ipning chirmovdan chiqish burchagi $\alpha=80$ °C gradusga rostlandi.

Texnologik jarayonlarning uzluksiz bir maromda ishlashini ta'minlash hamda sifatli xom ipak olish maqsadida intensiv usulda yetishtirilgan pillalar uchun alohida chuvish rejimlarini o'rnatish talab etiladi. Tadqiqotimiz davomida har ikkala usulda yetishtirilgan pillalarning fizik-mexanik hamda texnologik xususiyatlarini o'rgangan holda muqobil rejimlar ishlab chiqildi.

Tadqiqot ishida yuqori namlik intensiv usulda yetishtirilgan "Zarafshon-2" va "Zarafshon-3" duragayi chuvishga yaroqli pillalar uchun laboratoriya sharoitida muqobil chuvish tezligini topdik. Buning uchun pillalardan namunalar olinib, bug'lash dastgohida bug'lanib, avtomat pilla chuvish dastgohida chuvib olindi. Chuvib olingan xom ipak ko'rsatkichlari quyidagilardan iborat bo'ldi (4-jadval).

4-jadval

Chuvib olingan xom ipakning texnik ko'rsatkichlari

№	Chuvish va xom ipak olishdagi texnik ko'rsatkichlar	Nazorat	Tajriba
1	Charxga o'ralayotgan ipning umumiy uzunligi, m	1109	1239
2	Ilgich ostidagi o'rtacha pillalar soni, dona	7-8	7-8
3	Uzluksiz chuvaluvchan uzunlik	926	1052
4	Muqobil chuvish tezligi, m/min	112	130
5	Pillaning solishtirma sarfi, kg	3,0	2,9
6	Xom ipakning chiziqliy zichligi, teks	2,33	2,33
7	Pilla ipining chiziqliy zichligi, teks	0,33	0,32
8	Xom ipak chiqish miqdori, %	33,3	34,5

Tajriba variantida chuvish jarayonining samaradorligi sezilarli ravishda oshgani kuzatildi. Charxga o'ralayotgan ipning umumiy uzunligi nazoratga nisbatan 11,72% ga ko'paygan, bu ipning uzviyligi va chuvish davomiyligining yaxshilanganini ko'rsatadi. Uzluksiz chuvaluvchan uzunlik ham 15,54% ga oshgan bo'lib, xom ipak barqaror chiqayotganini, chuvish jarayonida uzilishlar kamayganini bildiradi. Muqobil chuvish tezligi esa 16,07% ga yuqori bo'lib, tajriba sharoitida jarayonning unumdorligi ancha oshganini tasdiqlaydi. Pilla sarfi 3,33% ga kamaygani chuvish jarayoni yanada tejamkor bo'lganini va kamroq xomashyo bilan ko'proq sifatli ip olinayotganini ko'rsatadi.

Avtomat pilla chuvish mashinasida pillani chuvish tezligi ish unumdorligiga hamda ipak sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Pillalar chuvishda o'rnatilgan tezlikdan oshib ketsa pilla iplarida uzilishlar soni oshib ketadi hamda xom ipak sifatiga o'z tasirini ko'rsatadi. Avtomat pilla chuvish mashinasida

pillani chuvish tezligi ish unumdorligiga hamda ipak sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Pillalar chuvishda o'rnatilgan tezlikdan oshib ketsa pilla iplarida uzilishlar soni oshib ketadi hamda xom ipak sifatiga o'z tasirini ko'rsatadi.

Pilla chuvish avtomatida muqobil chuvish tezligini o'rnatish.

Chuvish tezligi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$v = \frac{N \cdot l_{uu} \cdot T_p}{T_{xi} \cdot m} \cdot K \quad (1)$$

bu yerda,

N – 1 minutda 1 ta chuvish tozidagi ilgichlar tagiga tashlanadigan pillalar meyor (1 minutda 1 tozdagi ilgichlarga 2,33 teksli xom ipak ishlab chiqarish uchun) tashlanadigan pillalar soni mos ravishda -20;

l_{uu} - pilla ipining uzluksiz chuvaluvchan uzunligi, m;

$T_{p.i.}$ – pilla ipining chiziqli zichligi, teks;

$T_{x.i.}$ – xom ipakning berilgan chiziqli zichligi, teks;

m – 1 ta chuvish tozidagi ilgichlar soni ta (20);

$$K = K_s \cdot K_t \quad (2)$$

bu yerda,

K_s – sirpanish hisobiga tezlikni yo'qotish koeffitsiyenti (0,95);

K_t – mos keluvchi to'xtashlarni hisobga olgan holda charx ishlashining koeffitsiyenti (0,90).

Pilla chuvishning hisobiy tezligi ishlab chiqarish normasini va ipak mahsulotlari chiqishini o'rnatishda bir smena davomida oltita tozda pillalarni chuvish orqali tekshirildi [10-11].

Tadqiqotlar natijasida olingan pilla iplarining texnologik ko'rsatkichlari asosida standartning "3A" sinfi talablariga mos 2,33 teks xom ipak ishlab chiqarish uchun hisoblangan miqobil chuvish tezlik intensiv usulda yetishtirilgan duragayi pillalarni chuvishda 130 m/min bo'lishi tavsiya etildi. Mavjud usulda yetishtirilgan pillalar uchun hisoblangan muqobil chuvish tezligi esa 112 m/min ni tashkil qildi

Pilla chuvishdan maqsad berilgan chiziqli zichlikdagi sifatli, ya'ni mustahkam, elastik, jips, tozaligi yaxshi bo'lgan sifatli xom ipak olishdir. Bu jarayon bir nechta pilla iplarini qo'shib chuvish yo'li bilan amalga oshiriladi. Pillalar iplarining uzunligiga bog'liq ravishda chuviladi va shuning uchun ularni dastada bo'lish vaqti ham har xil bo'ladi [12].

Xom ipakning birinchi darajali sifat ko'rsatkichlariga ipning chiziqli zichligi bo'yicha notekisligi, chiziqli zichligi bo'yicha og'ishi, yirik nuqsonlari bo'yicha tozalik ko'rsatkichlari kiradi. Xom ipakning ikkinchi darajali sifat ko'rsatkichlari esa qayta o'ralish qobiliyati, iplarining uzilishidagi uzayishi, solishtirma uzish kuchi, mayda nuqsonlar bo'yicha tozaligi, kalavalarining holati va iplarining jipsligi tashkil qiladi [13].

Yuqori namlik sharoitda yetishtirilgan va ratsional rejimlarda quritilgan pillalardan olingan xom ipakning sifat ko'rsatkichlari o'rganildi. Ma'lumki, ipak qurtining zoti, ipning uzilish kuchi va uzilishdagi cho'zilishi, chiziqli zichligi, diametri va uzunligi, ipni pillaning qaysi qobiq qavatidan olinganligi, namligi pilla ipi xususiyatlariga ta'sir etuvchi omillar hisoblanadi [14].

Yakka tartibda pilla chuvishdan olingan ma'lumotlarga tayanib hamda bug'lash va yakka uchini topishdagi rejimlar o'rnatilib, avtomat pilla chuvish dastgohida 2,33 teksli xom ipak ishlab chiqarildi. Chuvish jarayonlari o'rnatilgan texnologik xarita bo'yicha olib borildi. Tajriba davomida pishirib uchlari topilgan mahalliy Zarafshon-2 va Zarafshon-3 duragay pillalari FY-2000 NT pilla chuvish avtomatida chuvildi. Chuvib olingan xom ipak esa ZJ-188A markali qayta o'rash mashinasida standart $P=1,5$ m lik kalavalarga qayta o'rab olindi.

O'zDSt 3313:2018 davlat standarti talablariga muvofiq, mahalliy Zarafshon-2 va Zarafshon-3 duragayi pillalaridan nazorat va tajriba variantlarida chuvib olingan xom ipak sifat ko'rsatkichlari aniqlandi. O'zDSt 3313:2018 "Xom ipak" texnikaviy shartlar talablari asosida sinovlardan o'tkazildi. Xom ipakning sifat ko'rsatkichlari TTYSI "Centexuz" laboratoriyasida aniqlandi. va natijalari 5-jadvalda keltirildi.

Turli usullarda yetishtirilgan mahalliy duragay pillalaridan ishlab chiqarilgan xom ipak sifat ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	O'zDSt 3313:2018	Zarafshon-2		Zarafshon-3	
	"3A"	Nazorat	Tajriba	Nazorat	Tajriba
		"2A"	"3A"	"2A"	"3A"
Chiziqli zichlik, teks	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33
Chiziqli zichlik bo'yicha og'ish (teks)	0,15	0,17	0,15	0,18	0,15
Notekislik 1	170	175	166	180	165
Notekislik 2	17	21	17	20	16
Yirik nuqsonlardan tozaligi % hisobida, kamida	95	96	94	93	94
Mayda nuqsonlardan tozaligi % hisobida, kamida	92	91	90	92	90
Qayta o'ralish qobiliyati, uzilishlar soni	10	9	10	8	10
Solishtirma uzish kuchi, sN/ teks	30	31	30	29	30
Uzayishdagi uzishi, (%)	18	19	18	18	18,5
Jipsligi, karetkani yurish soni	60	60	62	60	61

Tajribamiz davomida olingan xom ipak sifat ko'rsatkichlari O'zDSt 3313:2018 davlat standarti talablari bo'yicha "3A" sinf talablariga mos kelmoqda. Namunalar standart talabiga muvofiq 20 ± 2 °C harorat hamda 65 ± 5 % nisbiy namlik tashkil etilgan laboratoriya sharoitida 10 soat mobaynida ushlab turildi [15].

Olingan xom ipakning sifat ko'rsatkichi O'zDST 3313:2018 bo'yicha davlat standartiga muvofiq baholandi. Tadqiqotlar asosida zamonaviy kompyuterlashtirilgan qurilmalar va dastgohlarni qo'llash orqali mahalliy duragay pillalardan yuqori sifatli "3A" sinfiga mansub xalqaro standart talablariga javob beradigan xom ipak ishlab chiqarishning takomillashgan texnologiyasi taklif etildi.

XULOSA

Tadqiqotlar natijasida intensiv usulda yetishtirilgan mahalliy Zarafshon-2 va Zarafshon-3 duragay pillalarini qayta ishlash uchun muqobil texnologik rejimlar ishlab chiqildi. Pilla qobig'ining fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda vakuum ostida suv bilan to'ldirish va bug'lash parametrlarining maqbul qiymatlari aniqlandi. Tajriba natijalariga ko'ra, pillalarni 50°C haroratdagi suvda -0,1 MPa vakuum ostida 3 minut davomida ishlov berish ularning suv bilan to'lish darajasini 97 % gacha oshirishi, vakuum bug'lash apparatida 42°C suv haroratida 6 minut davomida bug'lash esa sifatli pishirilgan pilla olish imkonini berishi aniqlandi.

FY-2000 NT avtomat pilla chuvish mashinasida olib borilgan tadqiqotlar asosida intensiv usulda yetishtirilgan pillalar uchun muqobil chuvish tezligi 130 m/min etib belgilandi. Ushbu rejimda uzluksiz chuvaluvchan uzunlik 1052 m ga, xom ipak chiqishi esa 34,5 % ga yetdi hamda pilla sarfi kamaydi. Olingan xom ipakning sifat ko'rsatkichlari O'zDSt 3313:2018 davlat standarti talablariga muvofiq bo'lib, 3A sinf talablariga mos kelishi tasdiqlandi.

Tadqiqot natijalari intensiv usulda yetishtirilgan pillalarni qayta ishlashda taklif etilgan texnologik rejimlar ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, xomashyo sarfini kamaytirish va xalqaro standartlarga javob beradigan yuqori sifatli xom ipak ishlab chiqarishni ta'minlashini ko'rsatdi.

Adabiyotlar

- [1]. Esanova N.B. Intensiv usulda yetishtirilgan pillalarga ishlov berish texnologiyasini takomillashtirish. Diss. PhD. -Toshkent. TTYSI. 2026. 4-bet.
- [2]. <https://www.custommarketinsights.com/report/silk-market>
- [3]. <https://yuz.uz/uz/news/ozbekistonda-pilla-rejasi-ortigi-bilan-bajarildi>

- [4]. Alimova X.A., Islombekova N.M., Gulamov A.E., Fayzullayev SH.R. “Ipak ishlab chikarish texnologiyasi”, Toshkent-2018 y.
- [5]. Бурнашев И.З., Алимова Х.А., Жерницин Ю.Л. Методика определения оптимальной скорости размотки коконов на механическом кокономотальном оборудовании // Ж. Шелк. –1996. -№2.
- [6]. Алимова Х.А. Разработка способов повышения качества и перерабатывающей способности шелка-сырца автоматического кокономотания. Дисс... канд. техн. наук. -Т. -1983.
- [7]. Бастамкулова Х.Д. Особенности структуры шелковых комплексных нитей и влияние крутки на их свойства. Дисс... доктора философии (PhD) -Т. -2020.
- [8]. Raxmonberdiyeva M.K. va boshqalar “Xom ipakning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash to‘g‘risida” Ipak №1-2. 1993 yil.
- [9]. A.E.Gulamov., U.B.Umirov., N.B.Esanova. “ Tut ipak qurtini yetishtirishda samarali texnologiyalarni qo‘llash” TTYESI Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. Toshkent-2022yil 18-19 may 261-263 betlar
- [10]. Алимова Х.А., Кобулова Н., Гуламов А.Э. Основы производства высококачественного шелка-сырца из живых коконов // «Проблемы текстиля» научно-технический журнал. -Ташкент. -2006. -№2. -С.62-64.
- [11]. Alimova X.A., Gulamov A.E., Aripdjanova D.U., Axmedov J.A. Мировое производство и потребление текстильного сырья // J. Композиционные материалы. -2013. -№4. -С. 71-74.
- [12]. Bobatov U.A. Turli ekologik hududlarda yetishtiriladigan pillalarni chuvish texnologiyasini takomillashtirish Diss. PhD. -Toshkent. TTYSI. 2023. –B. 102.
- [13]. A.Gulamov, B.Mardonov, J.Axmedov. Pilla yuzasidan ip ajralish jarayonida suvli muhitdagi pilla harakatining tadqiqi. «To‘qimachilik muammolari» ilmiy-texnikaviy jurnali. -Toshkent. -2017. -№3. 88-94 b.
- [14]. Chen, S., Liu, M., Huang, H., Cheng, L., Zhao, H.-P. Mechanical properties of Bombyx mori silkworm silk fibre and its corresponding silk fibroin filament: A comparative study / Materials and Design 2019 u. 181,108077
- [15]. Xom ipak uchun O‘zbekiston Respublikasi davlat standarti O‘zDSt 3313:2018

VIBRATIONS HARAKAT MECHANISMINING KINEMATIK ANALYSIS

A.H. Umurzaqov¹, K.R. Oqyo‘lov²

¹Namangan davlat texnika universiteti,

²Farg‘ona shahar 4-son texnikumi, Oqyolov93@inbox.ru
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Mazkur maqolada kartoshka tuganaklarini saralash uchun ishlab chiqilgan mashinaning Vibrations harakat mexanizmining kinematik tahlili keltirilgan. Kartoshka saralash mashinasida vibrations harakatni vujudga keltiruvchi eksentrikalar, ularning tezlik va tezlanishlarini grafiklari bayon qilingan.

Tayanch so‘zlar: saralash, vibrations, ishchi yuza, tezlik, tezlanish, yo‘l, burchakli tezlik, burchakli tezlanish, shatun.

В данной статье представлен кинематический анализ механизма вибрационного движения машины, разработанной для сортировки клубней картофеля. В машине для сортировки картофеля описаны эксцентрики, создающие вибрационное движение, а также приведены графики их скоростей и ускорений.

Ключевые слова: сортировка, вибрация, рабочая поверхность, скорость, ускорение, перемещение, угловая скорость, угловое ускорение, шатун.

Ko‘plab taniqli olimlar vibrations kartoshka saralash mashinasi ishchi yuzasining parametrlarini asoslash uchun nazariy va eksperimental tadqiqotlar o‘tkazdilar: I.F.Goncharevich, Ya.G.Panovko, I.I.Blexman, B.A.Berg, M.N.Letoshnev, L.B.Levinson, T.D.Petrov, A.A.Sorokin, T.D.Terskov va boshqalar [1; 15-b, 2; 44-b.].

Vibrations kartoshka saralash mashinasida nazariy va eksperimental tadqiqotlar o‘tkaziladi. Tadqiqot natijalari bir birlari bilan solishtiriladi. Mashina saralash unumdorligi, aniqligi, tezligi yuqori va tuganaklarning shikastlanish darajasi past bo‘lishligi bir qancha omillarga bog‘liq bo‘ladi. Bu turdagi ko‘rsatkichlarni yaxshilash uchun saralash ishchi yuzasiga qaysi turdagi va yo‘nalishdagi vibrations harakat berish va o‘z navbatida vibrations parametrlarini optimal qiymatlarini aniqlash zarur bo‘ladi [3].

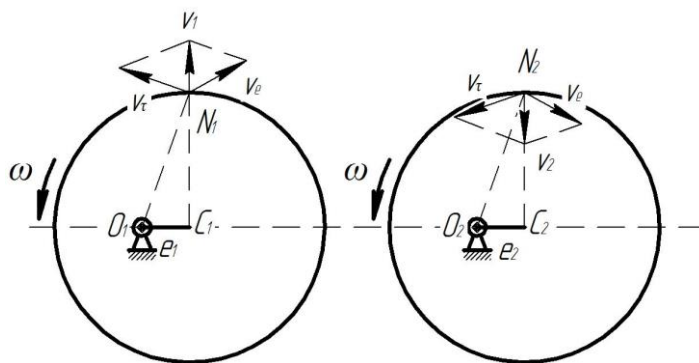
Vibrations kartoshka saralash mashinasi ishchi yuzasining parametrlari saralangan tuganaklarning ishchi yuzadan o‘tkazilishini va saralanmay qolgan tuganaklarning ishchi yuza bo‘ylab harakatlanishini ta‘minlaydigan shartlar tanlanishi kerak.

Vibratsion harakat parametrlariga tezliklar va tezlanishlar, chastota, faza va amplitudalar kiradi [4; 147-b.]

Yetaklanuvchi valga ikkita eksentrik kulachoklar shunday joylashtirilganki, ularning bir biriga nisbatan fazalar farqi π ga teng, bir xil chastotada va turli amplitudada harakatlanadi hamda ikkala ishchi yuza tezliklari ham turlicha bo'ladi. Bunday mexanizm konstruksiyasi bilan yuqorida tanishib chiqildi.

$O_1C_1 = e_1$, $O_2C_2 = e_2$ – eksentrisitetlar; N_1 va N_2 – eksentrik kulachok va ishchi yuza tezlikari nuqtasi;

ω -burchakli tezlik; V_1, V_2 – N_1 va N_2 nuqtalarning absolyut tezliklari; α – O_1N_1 va O_1C_1 orasidagi burchak. Ushbu nuqtadagi ilgarilanma harakat qilayotgan tezliklar turtgichlar orqali har ikkovi ishchi yuzaga uzatadi va parallel chiviqlar shu tezlik bilan harakatlanadi.



1-rasm. Eksentrik kulachoklarni birinchi holatda ishchi yuzaga uzatilishi.

$$V_{e_1} = O_1 N_1 \cdot \dot{\varphi} = l_1 \cdot \dot{\varphi}. \quad (1)$$

$$V_{e_2} = O_2 N_2 \cdot \dot{\varphi} = l_2 \cdot \dot{\varphi}. \quad (2)$$

$$V_{\tau_1} = V_{e_1} \cdot \sin \alpha. \quad (3)$$

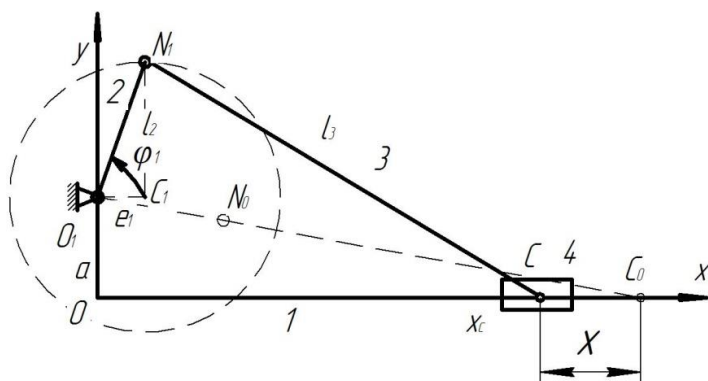
$$V_{\tau_2} = V_{e_2} \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

$O_1N_1=l_1$ va $O_2N_2=l_2$ ga teng deb belgilash kiritiladi, hamda N_1 va N_2 nuqtalarning absolyut tezliklarini parallelogramm qoidasi asosida aniqlanadi va u quyidagicha topiladi:

$$V_1 = \sqrt{V_{e_1}^2 + V_{\tau_1}^2 + 2V_{\tau_1} V_{e_1} \cos \alpha}. \quad (5)$$

$$V_2 = \sqrt{V_{e_2}^2 + V_{\tau_2}^2 + 2V_{\tau_2} V_{e_2} \cos \alpha}. \quad (6)$$

Vibratsion harakat hodisalarining mohiyatini ko'rish va ularning texnik ilovalarini qisqacha tavsiflash uchun biz ba'zi oddiy masalalarni sifat jixatdan boshqa tomondan vibratsion harakat kinematikasini o'rganishga to'xtalamiz.



2-rasm. Krivoship-polzun mexanizmining kinematik sxemasi.

To'rt bo'g'inli krivoship shatun mexanizmi texnikada ko'p qo'llaniladi, ushbu mexanizmning harakatlanish kinematikasi o'rganildi. Chunki, biz tavsiya etgan eksentrik vubratsion mashinamizning vibro qurilmasi ushbu mexanizm ishlash prinsipi bilan bir xil (2-rasm).

To'rt bo'g'inli sharnirli mexanizm uchun soat strelkasi bo'ylab OO_1N_1CO kontur sxemasi quriladi. Bo'g'inlarning tezlik va tezlanishlarini topish uchun OO_1N_1CO kontur

vektorlarini yig'indisi aniqlanadi [5; 122-b.].

$$a + l_2 + l_3 = x_c \quad (7)$$

Ox va Oy o'qi vektor tenglamalarini tuziladi

$$\begin{cases} l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 = x_c \\ a + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 = 0 \end{cases} \quad (8)$$

(8) dagi ikkinchi tenglamani matematik almashtirishlar olib borilsa quyidagi holatga keladi:

$$\sin \varphi_3 = -\frac{a + l_2 \sin \varphi_2}{l_3} \quad (9)$$

Burchakli tezlik va burchakli tezlanish tenglamalarini topish uchun (9) ifodadan φ_2 bo'yicha ikki marta differensial tenglama olinadi. Burchakli tezlik (ω_3)ni topish uchun shatun 3 dan va tezlik v_c ni topish uchun polzun 4 dan foydalaniladi [5; 123-b.].

$$-l_2 \sin \varphi_2 + e_{32} l_3 \sin \varphi_3 = v_{c_\varphi}, \quad l_2 \cos \varphi_2 + e_{32} l_3 \cos \varphi_3 = 0, \quad (10)$$

bunda $e_{32} = d\varphi_3/d\varphi_2$ va $v_{c_\varphi} = dx_c/d\varphi_2$ – tezlik analog bog'lanishlari.

(10) ifodalarni matematik almashtirishlardan so'ng burchakli tezlanish (e_{32}) va tezlik (v_{c_φ}) quyidagicha bo'ladi:

$$e_{32} = -\frac{l_2 \cos \varphi_2}{l_3 \cos \varphi_3}, \quad \text{va} \quad v_{c_\varphi} = l_2 \frac{\sin(\varphi_3 - \varphi_2)}{\cos \varphi_3} \quad (11)$$

Burchakli tezlanish (e'_{32}) analogini topish uchun shatun 3 dan va polzun 4 ning tezlanish (a_{c_φ})ni topish uchun φ_2 dan differensial tenglama olinadi [5; 123-b.].

$$\begin{cases} -l_2 \cos \varphi_2 - e_{32}^2 l_3 \cos \varphi_3 - e'_{32} l_3 \sin \varphi_3 = a_{c_\varphi} \\ -l_2 \sin \varphi_2 + e_{32}^2 l_3 \sin \varphi_3 + e'_{32} l_3 \cos \varphi_3 = 0 \end{cases} \quad (12)$$

bunda $e'_{32} = de_{32}/d\varphi_2$ va $a_{c_\varphi} = dv_{c_\varphi}/d\varphi_2$ – tezlik analogi.

(12) ifodadagi ikkinchi tenglamadan burchakli tezlanish analogini aniqlaymiz.

$$e'_{32} = \frac{l_2 \sin \varphi_2 + e_{32}^2 l_3 \sin \varphi_3}{l_3 \cos \varphi_3} \quad (13)$$

Tezliklar v_c , ω_3 va tezlanishlar a_c , ε_3 ni aniqlaymiz.

$$v_c = \omega_2 v_{c_\varphi}, \quad \omega_3 = \omega_2 e_{32}, \quad a_c = \omega_2^2 a_{c_\varphi} + \varepsilon_2 v_{c_\varphi}, \quad \varepsilon_3 = \omega_2^2 e'_{32} + \varepsilon_2 e_{32},$$

bunda ω_2 va ε_2 – ikkinchi bo'g'inining burchakli tezlik va tezlanishlari.

Agar Ax yo'naltiruvchi polzun A nuqtadan o'tsa, (10) tenglamadagi a nolga teng bo'ladi va (11) ifoda quyidagi holatga keladi:

$$\sin \varphi_3 = -\frac{l_2}{l_3} \sin \varphi_2 \quad (14)$$

Agar (10), (11), (12), (13) va (14) ifodalarni bir-birlariga matematik almashtirishlarni amalga oshirib, $x(t)$ harakat tenglamasi aniqlandi [5; 123-b.]. Bunda eksentrik mexanizmining eksentrisiteti (r) shatun 2 ning uzunligi (l_3)ga teng.

$$x(t) = (l + r) - l \left[\frac{r}{l} \cos \varphi(t) + \sqrt{1 - \left(\frac{r}{l} \right)^2 \sin^2 \varphi(t)} \right] \quad (15)$$

bunda $\varphi(t) = \omega t$ ekanligini inobatga olish zarur.

(2.16) ifodani matematik soddalashtirishlardan so‘ng quyidagicha bo‘ladi:

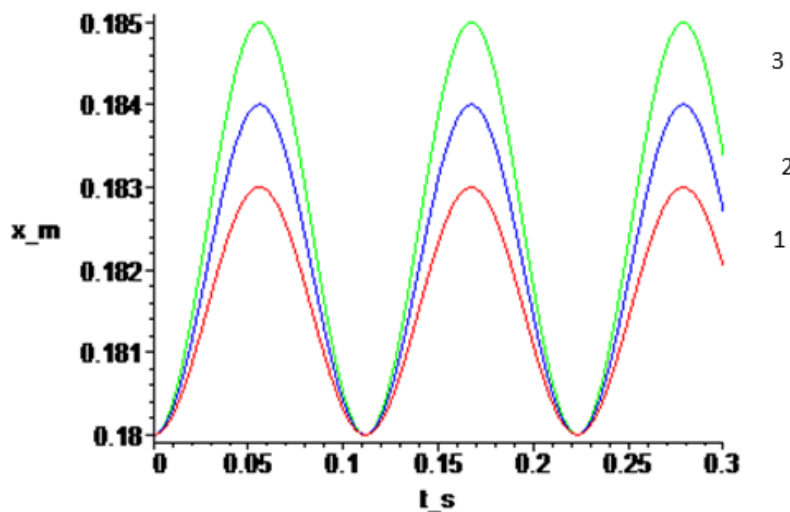
$$x(t) = (l + r) - r \cos \omega t - \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \omega t}. \quad (16)$$

Eksentrik mexanizmi turtgichlarining ya’ni ishchi yuzaning harakatlanish $x(t)$ qonuni tuzildi va uning grafigi Maple 2007 dasturi yordamida qurildi (3-rasm).

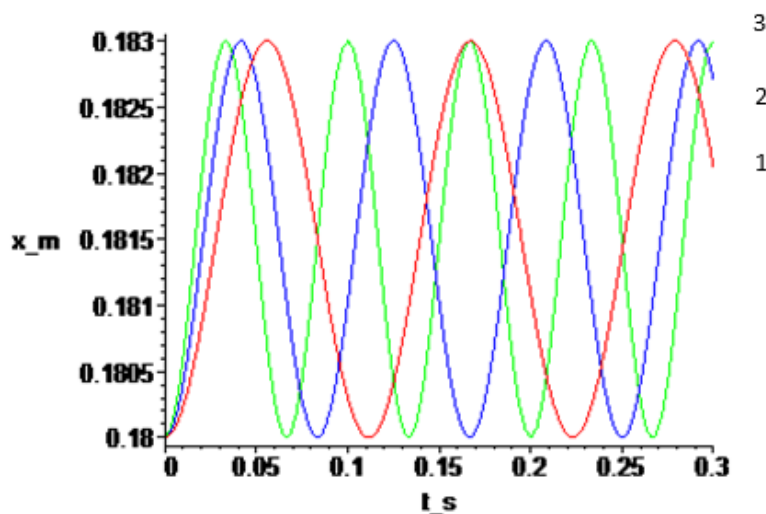
(16) differentsial tenglamani vaqt bo‘yicha olingan xosilasi tezlikga teng ekanligi adabiyotlardan ma’lum. Shu boisdan, ushbu harakatlanish qonunidan vaqtga bog‘liq holda differentsial tenglama olinadi.

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = r \omega \sin \omega t + \frac{r^2 \omega \sin 2 \omega t}{2 \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \omega t}}. \quad (17)$$

(17) differentsial tenglamani vaqt bo‘yicha olingan xosilasi tezlanishga teng ekanligi adabiyotlardan ma’lum. Shu boisdan, ushbu harakatlanish qonunidan vaqtga bog‘liq holda differentsial tenglama quyida olindi.



a). 1) amplituda $A=3$ mm, 2) amplituda $A=4$ mm, 3) amplitudasi $A=5$ mm.



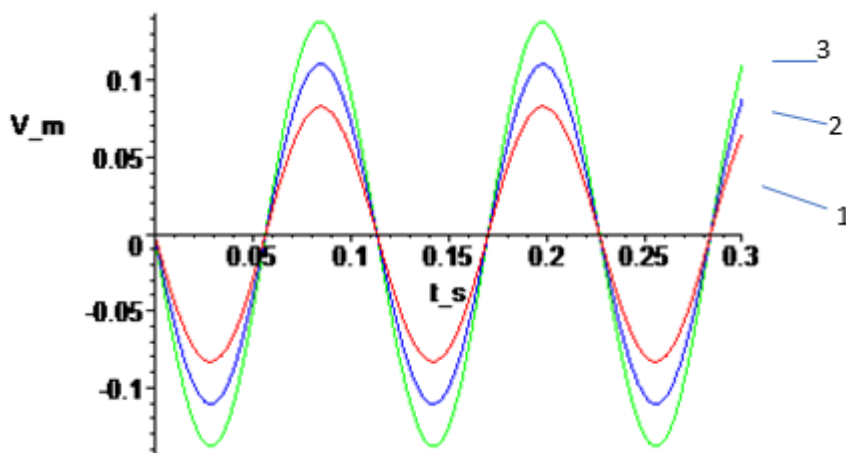
b). 1) chastota $v=9$ Hz, 2) chastota $v=12$ Hz, 3) chastota $v=15$ Hz, 3-rasm. Ishchi yuza tezliklarining vaqtga bog‘liqligi.

$$a(t) = r\omega^2 \cos \omega t + r^2 \omega^2 \cdot \frac{4l^2 \cos 2\omega t + r^2 \sin^2 2\omega t - 4r^2 \sin^2 2\omega t \cdot \cos 2\omega t}{4\sqrt{(l^2 - r^2 \sin^2 \omega t) \cdot (l^2 - r^2 \sin^2 \omega t)}}.$$

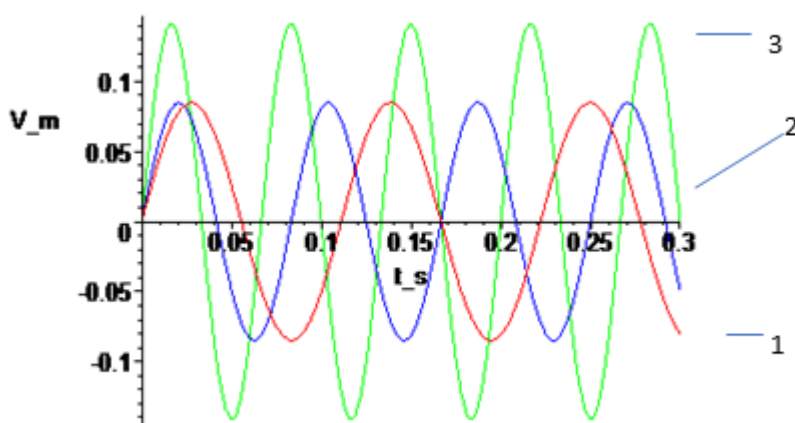
(18)

(18) ifodaga boshlang'ich shartlar kiritilgan holda uning taqribiy tezliklari aniqlanadi va grafiklari quriladi. Bunda vibratsion harakat amplitudasi $A=2r$ ekanligini e'tiborga olishlik zarur. Tadqiqotlarning nazariy natijalari va parametrlarning mavjud qiymatlariga tayanib (18) ifodaning sonli yechimini amalga oshirildi. Parametrlarning quyidagi qiymatlarini qabul qilib olindi: $V_{k0}=0$; $t=1s$; $A=3...5\text{ mm}$; $l=90\text{ mm}$.

Vibratsion harakat amplitudasi, chastotasi va qiyalik burchagi turlicha bo'lgan bir dona kartoshka tuganagini ishchi yuza ustida harakatlanayotganini o'rganildi hamda uning harakatlanish trayektoriyalari grafigi qurildi (4-rasm).



a). 1) amplituda $A=3\text{ mm}$, 2) amplituda $A=4\text{ mm}$, 3) amplitudasi $A=5\text{ mm}$.



b). 1) chastota $v=9\text{ Hz}$, 2) chastota $v=12\text{ Hz}$, 3) chastota $v=15\text{ Hz}$,
4-rasm. Ishchi yuza tezliklarining vaqtga bog'liqligi.

Demak, 4-rasm a) da vibratsiya chastotasi o'zgarmas bo'lsa, amplitudasi $A=3\text{ mm}$ bo'lganda ishchi yuza tezligi $v=0,08\text{ m/s}$ ga teng bo'lmoqda, amplitudasi $A=4\text{ mm}$ bo'lganda ishchi yuza tezligi $v=0,11\text{ m/s}$ ga teng bo'lmoqda va amplitudasi $A=5\text{ mm}$ bo'lganda ishchi yuza tezligi $v=0,14\text{ m/s}$ ga teng bo'lmoqda. 4-rasm b) da esa vibratsiya amplitudasi o'zgarmas bo'lsa, chastotasi $v=9\text{ Hz}$ bo'lganda ishchi yuza tezligi $v=0,08\text{ m/s}$ ga teng bo'lmoqda, chastotasi $v=12\text{ Hz}$ bo'lganda ishchi yuza tezligi $v=0,085\text{ m/s}$ ga teng bo'lmoqda va chastotasi $v=15\text{ Hz}$ bo'lganda ishchi yuza tezligi $v=0,145\text{ m/s}$ ga teng bo'lmoqda. Ushbu aniqlangan tezliklar qiymatini vibratsiya amplitudasi va

chastotasini optimal qiymatini aniqlanishiga qarab olinadi.

N.V.Zavodnov tomonidan kartoshka tuganaklarining shikastlanmasligi uchun zarur bo'lgan ko'rsatkichlar aniqlangan. Hisoblashlar shuni ko'rsatganki, tuganaklarning o'zaro to'qnashishidagi tezliklari 0,3 m/s gacha bo'lganda, tuganaklar ishchi yuzalarning qattiq sirti bilan to'qnashishidagi tezliklari esa 0,23 m/s gacha bo'lganda tuganaklar shikastlanmaydi [6; 14-b.].

Xulosa. Taklif etilgan kartoshka saralash mashinasi ishchi yuzasini gorizontga nisbatan $\alpha=7^\circ$ burchak ostida o'rnatish maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki, bu burchakdan kam bo'lsa saralash sekinlashib ketadi, agar katta bo'lib ketsa saralash aniqligi kamayib ketadi.

Saralash aniqligi va tezligiga vibratsiyaning parametrlari ham katta ro'l o'ynaydi. Ushbu tadqiqotlarda uning optimal qiymatini ham aniqlandi. Ishchi yuzaga titrama harakat berayotgan vibratsion harakat chastotasi $\nu = 12$ Hz oralig'ida bo'lishligi ma'lum bo'ladi.

Vibratsiyaning amplitudasini to'g'ri tanlash kartoshka tuganaklarini shikastlanish darajasiga katta ta'sir ko'rsatadi, uning qiymatini me'yordan ortishi tuganaklar chivichlar orasiga qisilib qolishiga, kamayishi esa jarayon sekinlashishiga sabab bo'ladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra vibratsion harakat amplitudasi $A=4$ mm ekanligi aniqlandi.

Vibratsiya amplitudasi $A=4$ mm, chastotasi $\nu = 12$ Hz bo'lganda ishchi yuzada harakatlanayotgan kartoshka tuganaklarining tezligi $V_k=0,11$ m/s gacha chiqishini aniqlandi va taklif etilgan vibratsion kartoshka saralash mashinasiga quvvati $N=1,5$ kW bo'lgan elektrodvigateldan foydalanish maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar.

- [1]. В.С. Юрасов «Разработка и обоснование параметров барабанной картофелесортировки. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ижжний Новгород, 2004. – 19 с. <http://www.dslib.net/selxoz-mashyny/razrabotka-i-obosnovanie-parametrov-barabannoj-kartofelesortirovki.html>
- [2]. Суховский Н.М. Повышение эффективности разделения картофеля на фракции путем оптимизации параметров и режимов работы грохотной сортировки. Дис. ...канд. тех. наук. – Санкт-Петербург, 2003. – 156 с.
- [3]. Oqyo'lov K.R. "Kartoshka saralash mashinasida vibratsion harakat olishning samarali usulini va unga xos mexanizm konstruksiyasini ishlab chiqish". T.f.f.d. diss. –Namangan, 2025. -114 b.
- [4]. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. Birinchi jild "V" harfi. Toshkent, 2000-yil.
- [5]. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. –М.: Наука, 1988. -640 с.
- [6]. Иванов М.Н. Детали машин. – Москва: "Высшая школа", 2000. – 384 с.

**DETTALLARNI YEYILISHGA SINASHDA O'TKAZILGAN KO'P OMILLI
EKSPERIMENTAL TADQIQOTLARNING NATIJALARI**

A.M. Umarov

Andijon davlat texnika instituti
E-mail: abdurahimumarov27@gmail.com
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Detallarning nazariy va bir omilli eksperimentlarda o'rganilgan yeyilish miqdorlarining maqbul qiymatlarini aniqlash uchun ko'p omilli eksperimentlar o'tkazildi. Baholash me'zonlariga omillarning ta'sirini o'rganishda birinchi darajali polinom mos keladi deb qaralib, tadqiqotlar to'la faktorli eksperiment-2³ rejasi bo'yicha olib borildi.

Kalit so'zlar: Chiquvchi omil, kiruvchi omil, qattiqlik, tajriba, detal.

KIRISH. Detallarning nazariy va bir omilli eksperimentlarda o'rganilgan yeyilish miqdorlarining maqbul qiymatlarini aniqlash uchun ko'p omilli eksperimentlar o'tkazildi. Baholash me'zonlariga omillarning ta'sirini o'rganishda birinchi darajali polinom mos keladi deb qaralib, tadqiqotlar to'la faktorli eksperiment-2³ rejasi bo'yicha olib borildi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Eksperimental tadqiqotlarni o'tkazishda chiquvchi omil sifatida qayta tiklangan detallarining yeyilish miqdori, chiquvchi omilga ta'sir etuvchi kiruvchi omillar sifatida detalga eritib qoplangan qatlamning qattiqligi, namunalarning bir biriga nisbatan ilgarilanma-qaytma xarakat tezligi hamda bosim kuchi olindi. Ular quyidagicha shartli belgilab olindi X_1 -Bosim kuchi; X_2 -ilgarilanma-qaytma xarakat tezligi; X_3 -Payvand qatlamning qattiqligi.

Omillarning sathlari va variatsiya (o'zgarish) oralig'i belgilab olindi (1-jadval).

NATIJALAR. Qayta tiklangan detallarni ko'p omilli tajribalar asosida payvandlangan qoplama qattiqligi, namunalarning ilgarilanma-qaytma harakat tezligi va bosim kuchining yeyilish miqdoriga bog'liqligi o'rganildi. Kiruvchi omillarning o'zaro ta'siri va chiquvchi omillarning tajribaviy natijalarini hisobga olgan holda rejalashtirish matritsasi 2-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Omillarning belgilanishi, sathlari va o'zgarish oralig'lari

Omillarning nomlanishi	O'lchov birligi	Omillar-ning belgilanishi	Variatsiya oralig'i	Omillarning sathlari		
				quyi (-1)	asosiy (0)	yuqori (+1)
Bosim kuchi	kg	X_1	1	0.5	1.5	2.5
Ilgarilanma qaytma xarakat tezligi	Marta/mi nut	X_2	6	60	80	100
Payvand qatlamning qattiqligi	HRC	X_3	15	22	37	52

Tajribalardan olingan ma'lumotlarga "Statistika" - eksperimentlar va statistik ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish dasturiy ta'minotidan foydalangan holda ishlov berildi.

2-jadval

Tajribaviy natijalarni qayta ishlash uchun rejalashtirish matritsasi

№	Kiruvchi faktorlar			Chiquvchi parametrlari				S_u^2
	x_1	x_2	x_3	y_{u_1}	y_{u_2}	y_{u_3}	y_u	
1	-	-	-				1,14	
2	+	-	-				1,41	
3	-	+	-				1,22	
4	+	+	-				1,49	
5	-	-	+				0,25	
6	+	-	+				0,33	
7	-	+	+				0,28	
8	+	+	+				0,36	

Bunda regression tahlillarning adekvatligini baxolashda Fisherning F-mezoni, regressiya tenglamasi koeffitsientlarini ahamiyatligini baholashda Styudentning t-mezoni, dispersiyaning bir xilligini baholashda Koxren mezonlaridan foydalanildi.

Tajriba natijalarini kayta ishlashda har bir satr uchun o'rta qiymat va dispersiyalar hisoblandi:

$$\bar{y}_u = \frac{\bar{y}_{u_1} + \bar{y}_{u_2} + \bar{y}_{u_3}}{3} \quad (1)$$

Xisoblashlardan kelib chikib, regressiya tenglamasi quyidagicha ko'rinishda buladi:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (2)$$

bunda Y -chiquvchi omil (yeyilish miqdori);

b_0 -ozod xad;

b_1, b_2, b_3 -chiziqli xadlar koefitsientlari;

$b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ -chiziqsiz xadlar koefitsientlari; $x_1 x_2 x_3$ - omillarning kodlangan qiymatlari.

Modelning ozod xadini va chiziqli xadlarining koefitsientlarini aniqlaymiz:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N y_u = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \dots + \bar{y}_N}{N} \quad (3)$$

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} \bar{y}_u = \frac{X_{i1} \bar{y}_1 + X_{i2} \bar{y}_2 + X_{i3} \bar{y}_3 + \dots + X_{iN} \bar{y}_N}{N} \quad (4)$$

Chiziqsiz xadlar koefitsientlarini aniqlaymiz:

$$b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} \bar{y}_u = \frac{X_{i1} X_{j1} \bar{y}_1 + X_{i2} X_{j2} \bar{y}_2 + X_{i3} X_{j3} \bar{y}_3 + \dots + X_{iN} X_{jN} \bar{y}_N}{N} \quad (5)$$

(3.6) ifoda asosida ikkinchi darajali xadlarning koefitsientlarini aniqlaymiz:

Uchinchi darajali xadning koefitsienti quyidagi formula asosida xisoblandi:

$$b_{ijl} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} X_{lu} \bar{y}_u = \frac{X_{i1} X_{j1} X_{l1} \bar{y}_1 + X_{i2} X_{j2} X_{l2} \bar{y}_2 + \dots + X_{iN} X_{jN} X_{lN} \bar{y}_N}{N} \quad (6)$$

Ma'lum mezondagi regressiya tenglamalaridan quyidagi ko'phad olindi.

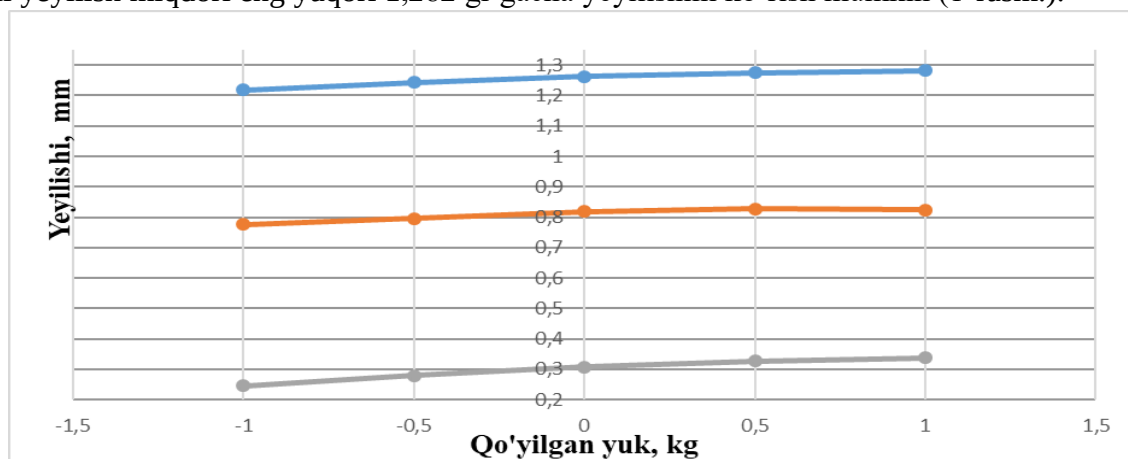
$$Y = 0,844 + 0,043x_1 - 0,008x_2 - 0,481x_3 - 0,013x_1^2 - 0,051x_1x_2 - 0,04x_1x_3 - 0,019x_1^2 + 0,003x_2x_3 - 0,032x_3^2 \quad (7)$$

Tadqiqot natijalarini yanada oydinlashtirish maqsadida tenglama EHM ning Exsel dasturida yechilib, parametrlarning bog'liqlik grafiklari olindi.

Diagrammadagi birinchi grafik $X_2=100$ ilgarilanma qaytma, $X_3=22$ HRC bo'lganida qulf detali yeyilish darajasi aniqlandi. Bunga ko'ra, bosim kuchi $X_1=0.5$ kg bo'lganda yeyilish miqdori 0,246 g, bosim kuchi $X_1=1.5$ kg bo'lganda yeyilish miqdori 0,307 g, bosim kuchi $X_1=2.5$ kg bo'lganda chiziqli yeyilish miqdori eng yuqori 0,338 g gacha yeyilishini ko'rish mumkin.

Ikkinchi grafik $X_2=100$ ilgarilanma qaytma, $X_3=37$ HRC bo'lganida qulf detalining yeyilish darajasi aniqlandi. Bunga ko'ra, bosim kuchi $X_1=0.5$ kg bo'lganda yeyilish miqdori 0,776 g, bosim kuchi $X_1=1.5$ kg bo'lganda yeyilish miqdori 0,818 g, bosim kuchi $X_1=2.5$ kg bo'lganda chiziqli yeyilish miqdori eng yuqori 0,824 g gacha yeyilishini ko'rish mumkin.

Uchinchi grafik grafik $X_2=100$ ilgarilanma qaytma, $X_3=52$ HRC bo'lganida, qulf detalining yeyilish darajasi aniqlandi. Bunga ko'ra, bosim kuchi $X_1=0.5$ kg bo'lganda yeyilish miqdori 1,218 gr, bosim kuchi $X_1=1.5$ kg bo'lganda yeyilish miqdori 1,263 gr, bosim kuchi $X_1=2.5$ kg bo'lganda chiziqli yeyilish miqdori eng yuqori 1,282 gr gacha yeyilishini ko'rish mumkin (1-rasm.).

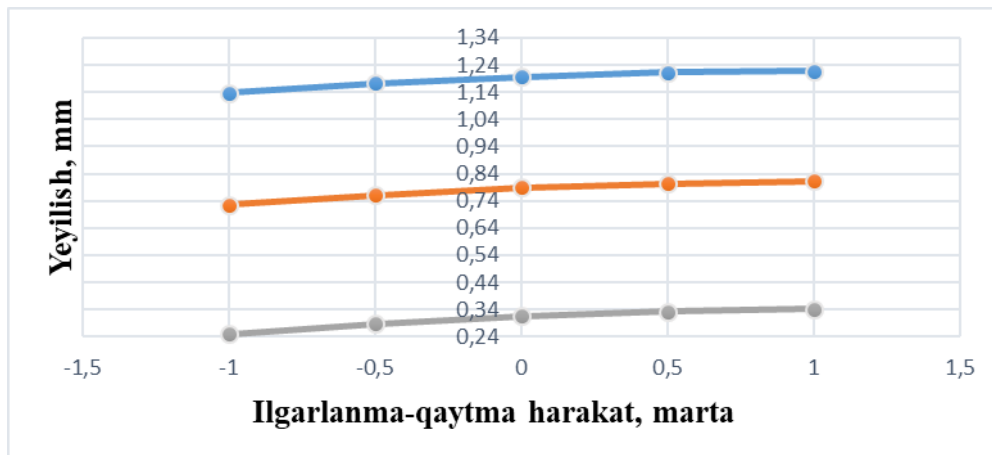


1-rasm. Eritib qoplangan qatlamning qattiqligi (HRA) ga bog'liq holda yeyilish ko'rsatkichi (y) ning o'zgarish grafigi.

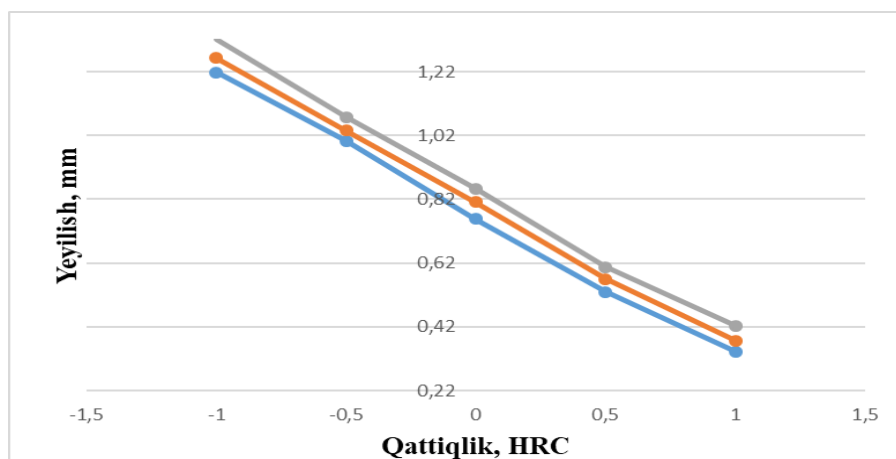
Diagrammadagi birinchi grafik $X_1=0.5$ kg, $X_2=60$ ilgarilanma qaytma, $X_3=52$ bo'lganida qulf detalining yeyilish miqdori 0.25 gr, $X_2=80$ ilgarilanma qaytma bo'lganida qulf detalining yeyilish miqdori 0.315 gr, $X_2=100$ ilgarilanma qaytma, bo'lganida qulf detalining chiziqli yeyilish miqdori 0.342 gr ga ortganligini ko'rish mumkin.

Diagrammadagi ikkinchi grafik $X_1=1.5$ kg, $X_2=60$ ilgarilanma qaytma, $X_3=52$ bo'lganida qulf detalining yeyilish miqdori 0.726 g, $X_2=80$ ilgarilanma qaytma bo'lganida qulf detalining yeyilish miqdori 0.788 g, $X_2=100$ ilgarilanma qaytma, bo'lganida qulf detalining chiziqli yeyilish miqdori 0.812 g ga ortganligini ko'rish mumkin[1].

Diagrammadagi uchinchi grafik $X_1=2.5$ kg, $X_2=60$ ilgarilanma qaytma, $X_3=52$ bo'lganida qulf detalining yeyilish miqdori 1.138 g, $X_2=80$ ilgarilanma qaytma bo'lganida qulf detalining yeyilish miqdori 1.197 g, $X_2=100$ ilgarilanma qaytma, bo'lganida qulf detalining chiziqli yeyilish miqdori 1.218 g ga ortganligini ko'rish mumkin (2-rasm).



2-rasm. Eritib qoplangan qatlamning aylanishlar soni (n) ga bog'liq holda yeyilish ko'rsatkichi (y) ning o'zgarish grafigi.



3-rasm. Eritib qoplangan qatlamning bosim kuchi (R) ga bog'liq holda yeyilish ko'rsatkichi (y) ning o'zgarish grafigi.

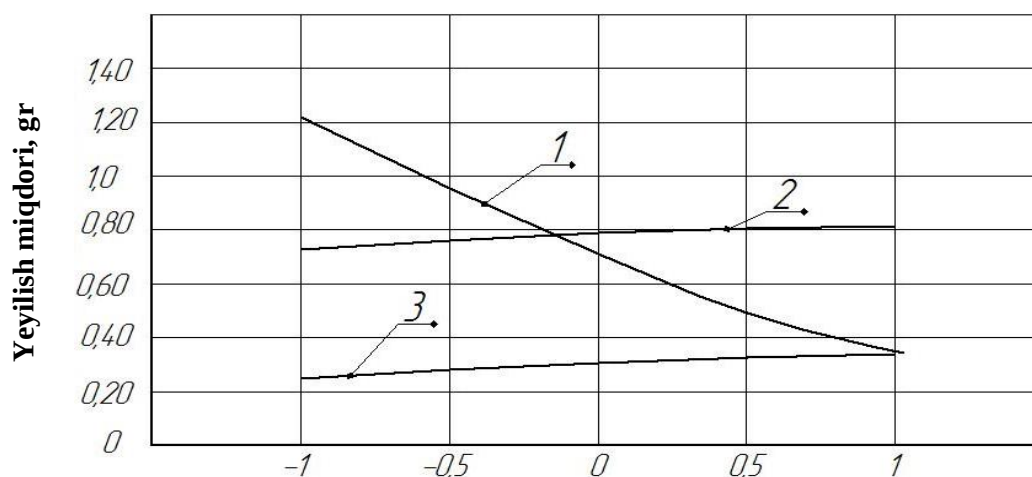
3-rasmda eritib qoplangan qatlamning bosim kuchi (R) ga bog'liq holda yeyilish ko'rsatkichi (y) ning o'zgarish grafigi keltirilgan. Unga ko'ra X_3 ning quyi, oraliq va yuqori qiymatlariga mos grafiklar qurilgan.

MUHOKAMA. Diagrammadagi birinchi grafik $X_1=0.5$ kg, $X_2=100$ ilgarilanma-qaytma harakat bo'lganida qulf detalining yeyilish darajasi aniqlandi. Bunga ko'ra, eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_3=22$ bo'lganda yeyilish miqdori 1,218 gr, eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_3=37$ bo'lganda chiziqli yeyilish miqdori 0,759 g, eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_1=52$ bo'lganda chiziqli yeyilish miqdori eng past 0,342 g ga tushganligini ko'rish mumkin.

Diagrammadagi ikkinchi grafik $X_1=1.5$ kg, $X_2=100$ ilgarilanma-qaytma harakat bo'lganida qulf detalining yeyilish darajasi aniqlandi. Bunga ko'ra eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_3=22$ bo'lganda yeyilish miqdori 1,263 gr, eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_3=37$ bo'lganda yeyilish miqdori 0,811 gr, eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_1=52$ bo'lganda yeyilish miqdori eng past 0,377 gr ga tushganligini ko'rish mumkin.

Diagrammadagi uchunchi grafik $X_1=2.5$ kg, $X_2=100$ ilgarilanma-qaytma harakat bo'lganida qulf detalining yeyilish darajasi aniqlandi. Bunga ko'ra eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_3=22$ bo'lganda yeyilish miqdori 1,322 gr, eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_3=37$ bo'lganda yeyilish miqdori 0,853 gr, eritib qoplangan qatlam qattiqligi $X_1=52$ bo'lganda yeyilish miqdori eng past 0,3431 gr ga tushganligini ko'rish mumkin[2].

Olingan regressiya tenglamalari natijalarini umumiyashtirish maqsadida tenglama omillarining bog'liqlik grafiklari tuzildi (4-rasm.).



4-rasm. Namunaga ta'sir etuvchi kuchlarga materialning qattiqligi (1), ishqalanish tezligi (2), va bosim kuchi (3) ga bog'liq holda yeyilish miqdorining o'zgarish grafigi.

XULOSA. Qayta tiklangan detallarni ko'p omilli tajribalar asosida payvandlangan qoplama qattiqligi, namunalarning ilgarilanma-qaytma harakat tezligi va bosim kuchining yeyilish miqdoriga bog'liqligi o'rganildi. Kiruvchi omillarning o'zaro ta'siri va chiquvchi omillarning tajribaviy natijalarini bo'yicha o'tkazilgan ko'p omilli tadqiqotlar natijalari ko'rsatdiki, olingan payvand qatlamning yeyilish tezligiga bosim kuchi va ishqalanish tezligi ortib boruvchi, payvand qatlamning qattiqligi esa kamayib boruvchi qonuniyat asosida ta'sir etadi.

Adabiyotlar

- [1]. A.M. Umarov, Mo'yidinov A.Sh. Результаты испытаний наплавленных образцов на контактный износ плоских деталей автосцепки вагонов // Universum: Технические науки Выпуск: 10(115) Oktabr 2023. Chast 2, Moskva 2023. – S. 26-29.
- [2]. I.K. Poxodnya. Металлургия дуговой сварки. Протессы в дуге и плавление электродов – Киев: Наукова думка, 1990. – 223 с.
- [3]. Umarov, A., Qosimov, K., & Isaboyev, T. (2023). Payvandlab qoplangan detallarning yeyilishga sinash natijalari. Академические исследования в современной науке, 2(21), 10-12
- [4]. Qosimov, K. Z., Umarov, A. M. O. G. L., & Raxmonov, M. R. O. (2023). Legirlovchi elementlarning payvand chok strukturasiga ta'siri. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 3(4-2), 560-566
- [5]. Умарова, Ш. О., & Жураев, А. И. (2023). Выбор электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов. Новости образования: исследование в XXI веке, 1(6), 624-634.
- [6]. A.M. Умаров, Мўйдинов А.Ш. Результаты испытаний наплавленных образцов на контактный износ плоских деталей автосцепки вагонов // Универсум: Технические науки Выпуск: 10(115) Октябрь 2023. Част 2, Москва 2023. – С. 26-29.
- [7]. Umarov, A., Qosimov, K., & Isaboyev, T. (2023). Payvandlab qoplangan detallarning yeyilishga sinash natijalari. Академические исследования в современной науке, 2(21), 10-12.

**ВАКУУМ-СУБЛИМАЦИОН ҚУРИТИШ ҚУРИЛМАСИ КОНСТРУКЦИЯСИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА ЖАРАЁН ДАВОМИЙЛИГИ ИНТЕНСИВЛИГИНИ
ОШИРИШ**

Ф. Абдуллаева¹, Б. Хайитов¹, М. Мелибоев¹, Н. Ражабова²

¹Наманган давлат техника университети,

²Фаргона давлат техника университети

[\(Qabul qilindi 20.04.2026 y.\)](#)

Аннотация: Ушбу мақолада мева-сабзавотларни қуритиш учун иссиқлик агенти ва муз кристал заррачали ҳосил қилувчи сув ва Фреон суюқлик эритмасини камера ичига жойлаштирилган қувурларда ҳаракатланиш орқали иситувчи ва музлатиш жараён давомийлигини жадаллаштириш учун поддон юзасини тўлиқ қувурлани жиг зак шаклда эмас тўртбурчак шаклида ҳаракатини таъминлаш учун суюқлик юзасини ошириш визуал кузатилди, Натижалар шуни кўрсатадики, иситувчи поддонлар юзасини ошириш орқали энергия сарфини 25–30% гача камайтиради ва қуритиш даври давомийлигини ўртача 1-2 соатгача музлатиш ва 3-4 соатгача конденсат ҳосил бўлишини жадаллаштиришга эришилди.

Калит сўзлар: Quritish texnologiyasi, energiya tejamkorlik, issiqlik almashinuvi, massa almashinuvi, kondensatsiyalanish, muzlatish, intensiv, parametr, poddon.

Кириш:

Озиқ-овқат маҳсулотларини мавсумий ва номавсумий даврларда сақлаш учун сифат кўрсаткичлари юқори истемолчилар эҳтиёжини узоқ ват мобайнида қондириш хусусиятига эга бўлган технологиялардан бир қуритиш энг қадимий ва самарали усуллардан биридир.

Мева-сабзавот маҳсулотларини етиштириш, сақлаш (мавсумий ва номавсумий), қайта ишлаш (қуритиш, экстракциялаш, шарбат олиш ва бошқа) ҳамда экспортбоб маҳсулот намуналари тайёрлаш бўйича Ўзбекистоннинг бугунги кунда нафақат минтақавий, балки глобал миқёсда юқори ресурс салоҳиятга эга эканлиги, мамлакатимизнинг оптимал табиий-иқлим шароитлари ва маҳаллий ишлаб чиқарувчиларнинг истиқболли технологик илмий-амалий бой тажрибаси билан бевосита боғлиқ.

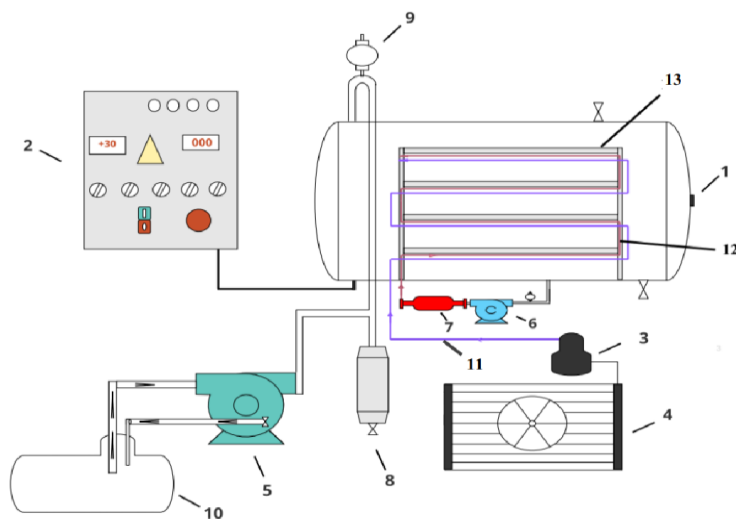
Мева-сабзавот ва полиз маҳсулотларини етиштириш, сақлаш ва нес-нобуд қилмасдан комплекс қайта ишлаш билан бирга уларни йил давомида истеъмолбоп ҳолатда сақлаш муҳим аҳамият касб этадиган вазифалардан биридир. Мева ва сабзавотларни таркибидаги минерал ва витаминларни сақлаган ҳолда сақлашнинг асосий турларидан бири бу - қуритиш усулидир.

Республикамызда етиштирилаётган мева ва полиз маҳсулотларининг 100 дан ортиқ турлари мавжуд бўлиб, уларни қуритиш орқали критик кўрсаткичларига эришилгунгача турли фаол иссиқлик агентларини сорбциялаш муҳим аҳамиятга эга, бугунги озиқ-овқат саноати тармоқларида дастлабки хомашёларни сақлаш имконияти тўлалигича мавжуд эмас. Шу сабабдан, кўплаб етиштирилаётган полиз маҳсулотларидан – қовоқ ва тарвуз маҳсулотлари ўзининг тансиқлиги ва сақлаш имкониятини чегараланганлиги билан ажралиб турувчи деликатес хусусиятларини оптималлаштириш учун сублиматсион усулида қуритиш жараёнини амалга ошириш ва уни техник параметрларини таҳлил қилиш ушбу илмий ишдаги асосий вазифаларимиздан бири ҳисобланади [1; 2].

Тадқиқот объекти:

Тажриба учун қовоқ ва тарвуз хомашё намуналари танланган. Ушбу истеъмол эҳтиёжи ва озуқавий қиймати юқори деликатес хомашёлар таркибидаги дастлабки бошланғич (эркин ва боғланган) намлик 80–85% дан сўнгги сақланиш учун оптимал намлик 7–9% гача сақланиши таъминланган.

Ўлчанган параметрларга қуйидагилар киради: қуритиш даври давомийлиги, намлик (критик) миқдори, витаминларнинг сақланиш давомийлиги, энергия сарфи таққосланган.



1-расм: Такомиллаштирилган вакуум-сублимацион қуритиш қурилмаси принципл схемаси. 1-қуритиш камераси; 2-бошқарув панели; 3-компрессор; 4-музлаткич; 5-вакуум насос; 6-циркуляцион насос; 7-иситкич; 8-конденсатор (буғ фазаси ҳосил бўлиш жараёнида ҳосил бўлган намлик йиғиндиси); 9-вакуум манометр; 10-концентрат захира бочкаси; 11-камера қувурларига боғланган музлатиш линияси; 12-иссиқлик агенти ҳосил қилувчи қувурлар; 13- поддонлар (қуритувчи юзаси).

Қуйида 1-расмда инновацион такомиллаштирилган вакуум-сублимацион қуритиш қурилмасининг принципл технологик схемаси келтирилган.

Ушбу юқорида келтирилган такомиллаштирилган вакуум-сублимацион қуритиш қурилмаси ва технологик принципл схемаси (3.8-расм) ва усқунанинг техник кўрсаткичлари (3.1-жадвал) га биноан Наманган давлат техника университети тасарруфида фаолият юритаётган “ Nam innovatsion pro sub tech” МЧЖ да экспериментал техник ва технологик жихатдан яратилиб ишга туширилди ва республикаимизнинг озиқ-овқат саноати тармоқларидаги йирик ишлаб чиқариш корхоналарида ишлаб чиқаришга жорий қилинди. (1-расм)

Такомиллаштирилган вакуум-сублимацион қуритиш қурилмасининг ишлаш принципи:

1. Қуритиш камерасида 35⁰С дан 45⁰С гача бўлган ҳароратда қуритиш.
2. Маҳсулотни камерада сув иссиқлик агенти ўрнига камера поддонларида жойлашган фреон кизиши натижасида содир бўлган иссиқлик агенти ёрдамида хом ашё намуналарини иситиш орқали қуритилади.

Тадқиқот иши давомида, саноат миқёсида фойдаланиб келинаётган, шунингдек, Наманган муҳандислик-технология институти Озиқ-овқат технологияси кафедраси лабораториясида мавжуд вакуум-сублимацион қурилманинг энергия сарфи ва иш самарадорлиги ўрганилди ҳамда аниқланган камчиликлар асосида уни такомиллаштириш бўйича таклифлар ишлаб чиқилди. Тажрибавий вакуум-сублимацион қурилманинг техник ва конструктив кўрсаткичлари қуйида 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

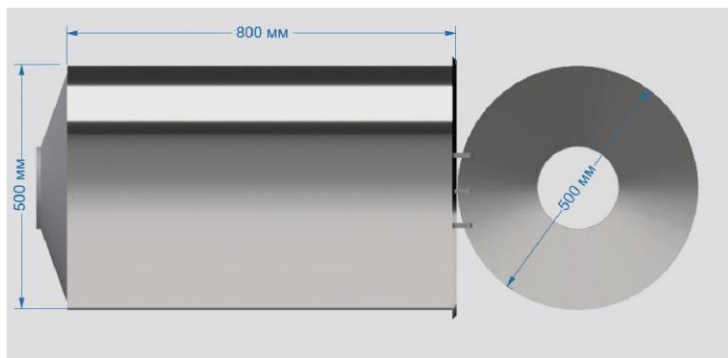
Қурилманинг техник ва конструктив кўрсаткичлари тавсифи

№	Қурилманинг техник ва конструктив кўрсаткичлари	
1	Қуритиш камерасининг ички диаметри ва узунлиги	500*800 мм
2	Қуритиш камераси тоқчасининг ўлчамлари	530*350*25 мм
3	Паднос ўлчамлари	525*345*20 мм
4	Паднослар сони	4 дона
5	Қуритиш майдони	0,7245 м2
6	Совитиш ҳарорати диапазони (хомашёлар шаклига қараб)	-20 ⁰ С-45 ⁰ С (4-5 соат)
7	Совитувчи агент	P404A фреон
8	Иситиш ҳарорати диапазони (хомашёлар шаклига қараб)	20-+70 ⁰ С
9	Қуритиш камераси девори қалинлиги	2 мм
10	Пўлат лист маркаси	Аиси 304
11	Қурилманинг ҳажми	157 литр
12	Қурилманинг электр энергия қуввати	380 кВт
13	Қурилманинг умумий оғирлиги	350 кг

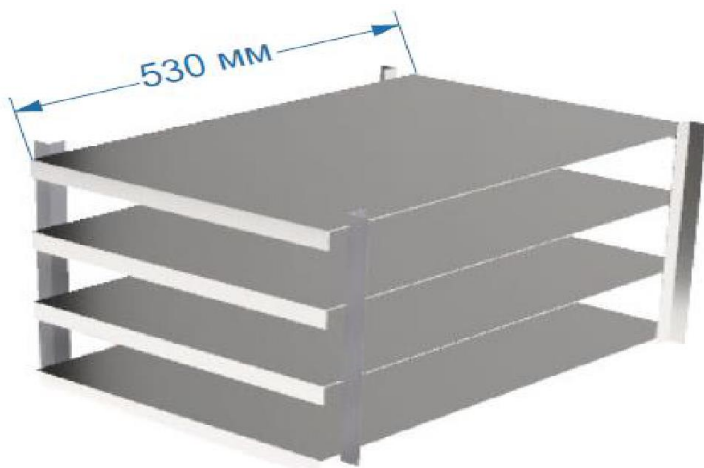
Қурилма материаллини танлаш

Озиқ-овқат ва қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини вакуум сублиматсион усулда қурилганда, маҳсулотлар, аввал муз ҳолида бўлиб, сўнгра бу муз эримасдан, вакуум ёрдамида тўғридан-тўғри бугга айланади. Жараён давомида пайдо бўлган намлик коррозия ҳосил бўлишига олиб келади, шунинг учун қурилмани яратишда зангламайдиган пўлатдан фойдаланилади.

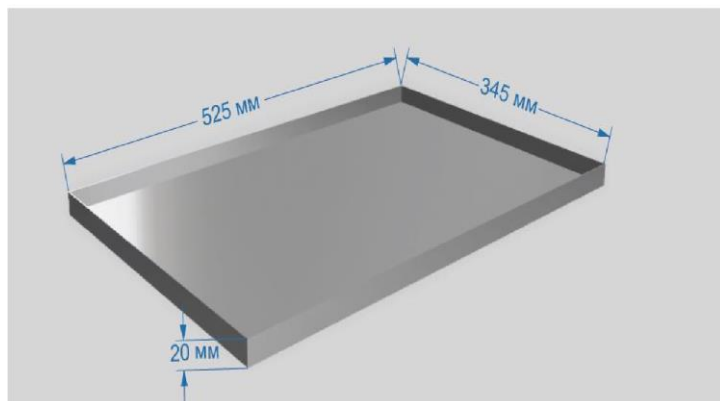
Натижалар шуни кўрсатадики, ИМСД усули энг самарали ҳисобланади — энергия сарфи 40% гача камаёди, витамин С эса 20–25% кўпроқ сақланади. Анъанавий конвектив қуриштиш 6 соат давом этган бўлса, ИМСД усулида бу вақт 3 соатгача қисқарган.



2-расм. Вакуум сублимацион қуриштиш камераси ташқи кўриниши.



3-расм. Қурилма поддонларининг олд ва ташқи юза кўриниши.



4-расм. Музлатиш ва иссиқлик агенти конструкцияси такомиллаштирилган қуриштиш қурилмаси поддони ишчи юза тасвири.

Таҳлил маълумотларидан кўринадики, фреон Р404А инсон организми учун хавфсиз, металлларни коррозиядан сақлаш хусусиятига эга, ёнғин ва портлаш хавфсизлиги талабларига жавоб беради, шунингдек, узок йиллар давомида самарали натижа берган. Шу сабабли ҳам, қурилманинг совитувчи агенти сифатида Р404А маркадаги фреон танлаб олинди.

Қурилманинг қуриштиш камерасининг конструктив ташқи кўриниши (2-расм).

Қурилма токчаларига ўлчам қўйишда, қуриштиш камерасининг диаметри ва узунлиги, шунингдек камера ичида тозалаш ва таъмирлаш ишларини олиб бориш зарурияти инобатга олинди. Ҳисоб ишлари ҳулосасига кўра, қурилма токчалари ўлчамлари учун энг мақбул кўрсаткич 530*350*25 мм ни ташкил этди. Тажрибавий вакуум сублиматсион қурилманинг токчалари 3.3-расмда ўз аксини топган.

Конструктив дизайн хусусиятлари ва ишчи диапазони такомиллаштирилган вакуум-сублиматсион қуриштиш камераси поддони камера ишчи зонасида 4 дона поднос бўлиб, ҳар бирининг ўлчамлари 525*345*20 мм га тенг (4-расм). Умумий ҳисобда, қурилманинг қуриштиш майдони 0,7245 м² ни ташкил этади.

Хулоса Хулоса ўрнида айтиш жоизки мева-сабзавотларни вакуум-сублиматсион қуриштиш қурилмасининг конструктив

хусусиятларини такомиллаштириш орқали қовоқ ва тарвуз турли шаклга эга бўлган

хомашёларини дастлабки ишловларсиз, актив фаол музлатиш ва десорбсион конденсациялаш орқали куриштиш жараён давомийлигини интенсивлаштириш орқали, анаънавий вакуум-сублимацион куриштиш (НАМ СУБ ТЕЧ ПРО) МЧЖ мавжуд курилмаларига нисбатан таққосланганда куриштиш даври 2-3 соатгача қисқартиришга, энергия сарфи 20-25 % гача тежалишига эришилган. Ушбу технология Ўзбекистон шароитида технологияларни қўллаш энергия самарадорлиги ва экспортбоп ва рсоғлом рақобатбардош маҳсулотлар ассортименти ишлаб чиқаришда муҳим аҳамият касб этади.

Адабиётлар

- [1]. M.F. Meliboev. Use of highly efficient combined methods in drying plums. Dissertation of the Doctor of Philosophy in Technical Sciences, - Tashkent: TKTI, 2022, 104 p.
- [2]. Мелибоев М.Ф., Маматов Ш.М., Эргашев О.К. Разработка комбинированного метода сублимационной и диэлектрической сушки // Универсум: технические науки. – Москва-2022. - №5 (98). – С.5-8
- [3]. Мелибоев М.Ф., Маматов Ш.М., Эргашев О.К. Энергопотребление и экономические показатели при сублимационной и микроволновой сублимационной сушке слив // Универсум: технические науки. – Москва-2022. - №5 (98). – С.9-12
- [4]. Meliboev M.M., Mamatov Sh.M., Ergashev O.K. The use of dielectric waves in sublimation drying equipment and the effect of the combined drying method on the drying period // Scientific and technical magazine of Namangan Institute of engineering and Technology. - 2021.-№3.- 79-84 b.
- [5]. Mamatov Sh.M., Aripov M., Meliboev M., Shamsutdinov B. Advantages of quick-freezing technology of cherry// International journal of innovative technology and exploring engineering (IJITEE) (Indian). 2020. - №9(3) 2278-3075. - pp. 3254-3256. (8917.019320)
- [6]. М.Мелибоев., О.Эргашев., А.Эгамбердиев. Study of yenergy and resource efficiency of sublimation drying of fruits and vegetables// Универсум: технические науки: 2022. № 3(108).
- [7]. M.Meliboev, O.Ergashev, G.Mahmudova, N.Muydinova. Technology of peeling and drying of fruits and vegetables// Science and innovation international scientific journal volume 2 issue 11 november 2023 uif-2022: 8.2 | issn: 2181-3337 | scientists.uz, 60-63 b.
- [8]. Ergashev O.K., Meliboyev M.F., Mamatusmanova D., Iskandarova M. Improvement of drying technology of plums by combination and ultra-high frequency methods// Web of Conferences 486, 02030 (2024) <https://doi.org/10.1051/ye3sconf/202448602030> , AGRITECh-IX 2023., 1-5 b.
- [9]. М.Мелибоев., О.К. Эргашев., А.А. Эгамбердиев. Янги энергиятежамкор сублимацион (музлатиш) ва вакуум сублимацион куриштиш курилмаси параметрларини таҳлил қилиш// Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2023,Т.27. спец.выпуск №9) 188-191 б.

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ УПРОЧНЕННОЙ НОЖЕВОЙ
ГАРНИТУРЫ РАЗМАЛЫВАЮЩИХ МАШИН ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОЛОКНИСТЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Х.А. Бабаханова, А.А. Саодатов, Д.Ч. Равшанзода

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
e-mail halima300@inbox.ru tel: +998972669936

Аннотация. В статье приведены сведения по результатам производственных испытаний ножевой гарнитуры размалывающих машин при обработке волокнистых материалов в составе макулатурной массы. Определены кинематические, геометрические и силовые характеристики ножевой гарнитуры из никель-алюминиевого сплава. Указаны основные факторы, интенсифицирующие неравномерный износ ножей дисковой мельницы. Показана эффективность дробеударного упрочнения ножевой гарнитуры, создающего поверхностный слой с улучшенными механическими свойствами, позволяющими существенно повысить ее износостойкость.

Ключевые слова: дисковая мельница, ротор, статор, нож, сила, скорость, зазор, изнашивание, упрочнение, износ

Одной из важнейших операций при производстве бумаги и картона является размол волокнистой массы, определяющий основные свойства формируемой бумажной массы и свойства готовой продукции. Наиболее распространенными и универсальными

размалывающими машинами на целлюлозно-бумажных предприятиях являются дисковые мельницы, состоящие из статора (неподвижная часть) и ротора (вращающаяся часть).

Волокнистый материал в водной среде (суспензии), перемещаясь через систему подвижных и неподвижных металлических поверхностей, подвергается механическому воздействию. В результате чего при силовом воздействии гарнитуры диска и трении между ножами волокнистый материал вытягивается, расщепляется (фибриллизуется) и укорачивается [1-4]. Таким образом, волокнистый полуфабрикат подвергается сложной деформации, проявляющейся в сжатии, растяжении, сдвиге и срезе, т.е. имеет место комплексное деформирующее воздействие. Величина зазора между ножами гарнитуры предопределяет характер обработки волокна и срок эксплуатации деталей.

На работу и срок эксплуатации ножевых размалывающих машин влияет комплекс технологических и режимных параметров – время обработки, частота вращения ротора, вид обрабатываемого материала, концентрация суспензии, удельное давление в зазоре или величина зазора и др.

Цель работы – изучение влияния деформационного упрочнения ножевой гарнитуры размалывающих машин дробеударной обработкой потоком микрошариков, ударяющимся под давлением сжатого воздуха, на их работоспособность в эксплуатационных условиях.

Объектом исследования является ножевая гарнитура в виде кольцевого диска с наружным и внутренним диаметром соответственно равными $D = 450$ мм и $d = 220$ мм (рис.1).

Ножевая гарнитура состоит из 18 секторов с ножевыми элементами в виде чередующихся выступов и пазов различной длины в пределах каждого сектора. Ножи выполнены в виде прямолинейных выступов шириной 5 мм и впадин также размером 5 мм, при этом глубина впадины составляет 6 мм. Толщина диска – 18 мм.

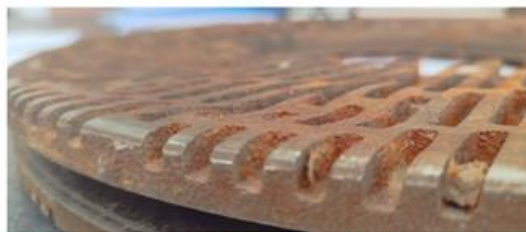
В пределах каждого сектора имеются 7 ножей с длинами 97, 94, 90, 87, 74, 47 и 23 мм, наклоненные к радиусу диска под углом $\alpha = 30^\circ$. Имеющиеся перегородки в пазах увеличивают время пребывания перерабатываемой волокнистой массы в водной суспензии в мельнице. На периферии внутреннего диаметра ножевой гарнитуры расположены дополнительные элементы в виде четырехугольников криволинейной формы, которые увеличивают площадь контакта ножей ротора и статора, повышая тем самым отношение (%) площади поверхности ножей к общей площади поверхности гарнитуры.



Рис.1. Кольцевая гарнитура с углом наклона ножей к радиусу с перегородками между ними.



а)



б)

Рис.2. Характерная картина износа упрочненной ножевой гарнитуры по окончании эксплуатационного цикла: статора (а) и ротора (б).

Экспериментальные исследования по упрочнению ножевой гарнитуры проводили на промышленном пескоструйном аппарате. В качестве рабочего тела при дробеструйной обработке использовали литую дробь из низкоуглеродистой стали твердостью HV 365-545 (закалка при температуре 860-900⁰ С, низкотемпературный отпуск при 180-220⁰ С в течение 1,5-2 ч.) [5-8].

Для ножевой гарнитуры размалывающих мельниц, изготовленной из никель-алюминиевого сплава по стандарту QBIT 1629-92 (производство Китай), значения основных параметров режима дробеструйной обработки были следующими: давление сжатого воздуха $p=2-4$ атм (0,2-0,4 МПа), диаметр рабочего тела в виде микрошариков $D = 0,3-0,4$ мм, угол атаки $\beta = 90^0$, расстояние от сопла абразивоструйного пистолета до обрабатываемой поверхности $l = 15-20$ см [9].

Производственные сравнительные испытания ножевой гарнитуры, изготовленной из никель-алюминиевого сплава Ni_3Al (γ' – фаза), проведены на размалывающей машине со следующими характеристиками: мощность электродвигателя $P = 90$ кВт, частота вращения $n = 1000$ об/мин. Необходимо также отметить, что работа ножевой гарнитуры сопровождается огромным числом циклов нагружения, например, при $n = 1000$ об/мин в течении 24 часов число циклов достигает $1,44 \cdot 10^6$ циклов нагружения. Подобные условия нагружения способствуют развитию усталостных микротрещин, которые разрастаясь по глубине и длине, пересекаясь друг с другом, вызывают отрыв частицы от основного металла (усталостное выкрашивание).

Тщательная визуализация и сравнительная оценка износа ножевой гарнитуры с упрочненными элементами и без обработки показали следующие характерные картины износа:

- 1) неравномерный износ по длине каждого выступа (ножа) в виде волнообразной формы (рис.2, а), при этом неравномерность износа по высоте выступов достигает до 2 мм и более;
- 2) на периферийной части статора сформированы выраженные вогнутые поверхности износа, что явилось результатом контактного взаимодействия торцовых поверхностей статора и ротора;
- 3) на периферийном участке вращающегося диска (ротора) сформированы закругленные выпуклые поверхности износа, которые свидетельствуют о плотном контакте двух поверхностей ножевой гарнитуры, когда уже начальные технологические зазоры полностью устранены (рис.2, б);
- 4) дополнительные элементы ножевой гарнитуры, находящиеся вблизи оси вращения, также изношены по волнообразному профилю с сочетанием выпуклых и вогнутых поверхностей.

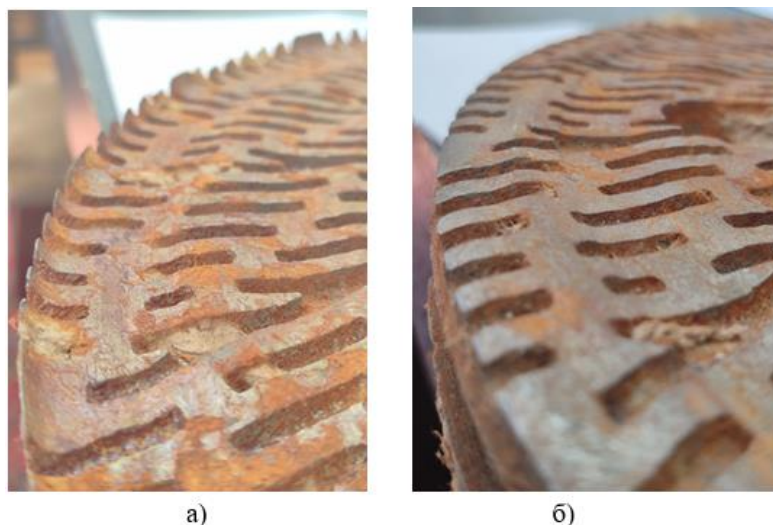


Рис.3. Характерная картина износа ножевой гарнитуры без упрочняющей обработки по окончании эксплуатационного цикла: статора (а) и ротора (б).

Подобная картина изнашивания выявлена на ножевой гарнитуре без упрочняющей обработки (рис.3). Однако тщательная визуализация износа ножей показывают, что степень износа существенно выше (1,5-2,0 и более раз). Волнообразный характер износа вдоль ножей здесь характеризуется более высоким значением высоты волны, что указывает на более интенсивный износ.

Выводы. Так как промышленные испытания были проведены одновременно на одной и той же размалывающей машине при одинаковой перерабатываемой волокнистой массы в водной суспензии, то результаты сравнения изнашиваемых поверхностей ножевой гарнитуры носят объективный характер. Таким образом, упрочненная ножевая гарнитура этих машин показывает существенные преимущества (более, чем в 2 раза) по износостойкости и долговечности, обеспечивая при этом необходимую степень помола волокнистого полуфабриката. Повышение работоспособности упрочненной ножевой гарнитуры дисковой мельницы по сравнению с неупрочненной обеспечивается степенью наклепа поверхностного слоя, выраженного в увеличении его твердости на 34,7% и уменьшении шероховатости поверхности, что сокращает значительно время приработки.

Список литературы

- [1]. Юртаева Л.В., Алашкевич Ю.Д., Слизилова Е.А., Каплев Е.В., Пожаркова С.А. Влияние вида ножевой размалывающей гарнитуры на процесс получения микрокристаллической целлюлозы // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2024. №2. С.152-165.
- [2]. Гончаров В.Н. Теоретические основы размола волокнистых материалов в ножевых машинах: дис. ... докт.техн.наук. Л. 1990. 451 с.
- [3]. Вихарев С.Н. Повышение эффективности ножевых размалывающих машин в целлюлозно-бумажной промышленности на основе исследования динамики: автореф. ...докт.техн.наук. Екатеринбург. 2021. 40 с.
- [4]. Кожухов В.А., Кожухова Н.Ю., Ларионова А.И., Алашкевич Ю.Д. Особенности использования гарнитуры с ударным воздействием на волокно при размоле волокнистых растительных полимеров // Леса России и хозяйство в них. 2015. №2 (53). С.40-44.
- [5]. Кожухов В.А. Размол волокнистых полуфабрикатов в размольных ножевых машинах при ударном воздействии на волокно: дис. ...канд.техн.наук. Красноярск. 2015. 162 с.
- [6]. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. М.: Машиностроение. 1987. 328 с.
- [7]. Погодаев Л.Н., Ежов Ю.Е. Основные закономерности гидроабразивного и ударноабразивного изнашивания наплавочных материалов // Трение и износ. 1991. №5. С.801-815.
- [8]. Шин И.Г., Максудов Р.Х. Метод расчета глубины упрочненного слоя деталей при поверхностной обработке дробью // Вестник машиностроения. 2011. №4. С.44-47.
- [9]. Бабаханова Х.А. Саодатов А.А., Громыко И.Г. Применение дробеструйной обработки для повышения эксплуатационных характеристик ножевой гарнитуры размалывающих машин // Труды БГТУ. Серия 4. №1. 2026. С.16-22. DOI: 10.52065/2520-6729-2026-303-2.

INDUSTRY 4.0 SHAROITIDA AVTOMOBIL ISHLAB CHIQARISH KORXONALARIDA ISH JOYLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Sh.U. Shokarimov

"UzAuto Passenger Vehicles Management"

mas'uliyati cheklangan jamiyati

shohruh.shokarimov@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada to'rtinchi sanoat inqilobi sharoitida avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida ish joylarini optimallashtirish masalalari kompleks tarzda o'rganilgan. Ishda ishlab chiqarish jarayonlarining raqamlashtirilishi, avtomatlashtirilishi hamda zamonaviy texnologiyalarning joriy etilishi natijasida ish joylarini samarali tashkil etish zarurati asoslab berilgan. Ish joylarini optimallashtirishning nazariy asoslari sifatida ilmiy boshqaruv nazariyasi, harakatlarni tahlil qilish yondashuvi va zamonaviy ishlab chiqarish tizimlari konsepsiyalari tahlil qilingan. Shuningdek, yetakchi avtomobil ishlab chiqaruvchi

korxonalar tajribasi asosida ish joylarini tashkil etishning amaliy jihatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot davomida kuzatish, vaqtni o'lchash va taqqoslash usullaridan foydalanilib, ish joylarini optimallashtirish orqali mehnat unumdorligini oshirish imkoniyatlari aniqlangan. Olingan natijalar ishlab chiqarish samaradorligining sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi va ushbu yondashuvning amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: ish joylarini optimallashtirish, to'rtinchi sanoat inqilobi, avtomobil sanoati, mehnat unumdorligi, ishlab chiqarish samaradorligi, raqamlashtirish, avtomatlashtirish

Аннотация. В данной статье комплексно рассмотрены вопросы оптимизации рабочих мест на предприятиях автомобильной промышленности в условиях четвертой промышленной революции. В работе обоснована необходимость эффективной организации рабочих мест на основе цифровизации производства, автоматизации процессов и внедрения современных технологий. Проанализированы теоретические основы оптимизации рабочих мест, включая научное управление, анализ движений и современные производственные системы. Особое внимание уделено практическим аспектам организации рабочих мест на примере ведущих автомобильных компаний. В ходе исследования использованы методы наблюдения, измерения времени и сравнительного анализа. Полученные результаты показали, что оптимизация рабочих мест способствует значительному повышению производительности труда, снижению избыточных операций и повышению общей эффективности производства. Доказано, что внедрение современных подходов к оптимизации рабочих мест является важным фактором устойчивого развития и повышения конкурентоспособности предприятий.

Ключевые слова: оптимизация рабочих мест, четвертая промышленная революция, автомобильная промышленность, производительность труда, эффективность производства, цифровизация, автоматизация.

Kirish. XXI asrning ikkinchi o'n yilligidan boshlab jahon sanoatida tub tarkibiy o'zgarishlar yuz bermoqda. Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi, global raqobatning kuchayishi hamda ishlab chiqarish samaradorligiga qo'yilayotgan yuqori talablar sanoat korxonalarini yangi rivojlanish bosqichiga olib chiqdi [1–3]. Ushbu bosqich ilmiy adabiyotlarda to'rtinchi sanoat inqilobi sifatida e'tirof etiladi [1,2]. Mazkur konsepsiya ishlab chiqarish tizimlarining to'liq raqamlashtirilishi, aqlli boshqaruv tizimlari va kiber-fizik muhitning shakllanishi bilan tavsiflanadi [3–5].

To'rtinchi sanoat inqilobining asosiy tarkibiy qismlariga kiber-fizik tizimlar, buyumlar interneti, sun'iy intellekt, katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, raqamli egizaklar hamda bulutli hisoblash texnologiyalari kiradi [3,4]. Ushbu texnologiyalar o'zaro integratsiyalashgan holda ishlab chiqarish jarayonlarining real vaqt rejimida kuzatilishi, tahlil qilinishi va avtomatik boshqarilishini ta'minlaydi [4,5]. Natijada ishlab chiqarish jarayonlari yanada tezkor, aniq, moslashuvchan va resurs tejankor bo'lib boradi.

Avtomobil ishlab chiqarish sanoati ushbu zamonaviy texnologiyalarni faol joriy etayotgan yetakchi sohalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy avtomobil zavodlarida robotlashtirilgan yig'uv liniyalari, aqlli logistika tizimlari, avtomatlashtirilgan sifat nazorati hamda real vaqt monitoring tizimlari keng qo'llanilmoqda. Bunday texnologik yechimlar ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini ta'minlash, inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytirish va mahsulot sifatini barqaror darajada saqlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, mijoz talablariga mos holda mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatlari ham kengayib bermoqda.

Mazkur sharoitda ish joylarini optimallashtirish masalasi alohida ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Ish joylarini optimallashtirish - bu ishlab chiqarish tizimida inson, texnika va boshqaruv jarayonlari o'rtasidagi o'zaro aloqani takomillashtirish orqali maksimal samaradorlikka erishishga qaratilgan kompleks jarayondir. Ushbu jarayon zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashgan holda yangi mazmun kasb etib, an'anaviy yondashuvlar bilan bir qatorda raqamli monitoring va ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv usullarini ham o'z ichiga oladi.

Xususan, turli sensor qurilmalari yordamida ishchilarning harakati, ish yuklamasi va ishlab chiqarish muhitining asosiy ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida kuzatish imkoniyati yaratiladi. Bu esa ish joylarini ergonomik jihatdan takomillashtirish, ortiqcha harakatlarni kamaytirish hamda mehnat unumdorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, zamonaviy tahlil vositalari yordamida

ishlab chiqarish jarayonlaridagi muammoli nuqtalar aniqlanib, ularni bartaraf etish bo'yicha samarali yechimlar ishlab chiqiladi.

Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonlarining virtual modellarini yaratish orqali turli ssenariylar oldindan sinovdan o'tkazilishi mumkin. Bu esa real ishlab chiqarishga joriy etishdan oldin eng maqbul variantni tanlash, xatoliklarni kamaytirish va resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi.

To'rtinchi sanoat inqilobi sharoitida ish joylarini optimallashtirish nafaqat texnologik, balki ijtimoiy-iqtisodiy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Chunki avtomatlashtirish jarayonlari ishchi kuchiga bo'lgan talabni o'zgartirib, yangi bilim va ko'nikmalarni talab qiladi. Shuning uchun ish joylarini takomillashtirish jarayonida xodimlarning malakasini oshirish va ularni zamonaviy texnologiyalarga moslashtirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, to'rtinchi sanoat inqilobi sharoitida avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida ish joylarini optimallashtirish masalasi kompleks yondashuvni talab etadi. Mazkur maqolada ushbu jarayonning nazariy asoslari, zamonaviy texnologik yechimlar va ularning amaliy qo'llanilishi tahlil qilinadi hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga qaratilgan taklif va tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Nazariy tadqiqodlar. Ish joylarini optimallashtirish muammosi texnika va ishlab chiqarish tizimlari nazariyasida muhim o'rin egallaydi. Ushbu yo'nalishning shakllanishi sanoat ishlab chiqarishining rivojlanish bosqichlari bilan uzviy bog'liq bo'lib, dastlab mehnat jarayonlarini ratsionallashtirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar asosida yuzaga kelgan. Keyinchalik bu yondashuvlar texnologik tizimlarni boshqarish, avtomatlashtirish va raqamlashtirish konsepsiyalari bilan boyitildi.

Ishlab chiqarishda ish joylarini optimallashtirishning dastlabki nazariy asoslari Frederick Winslow Taylor tomonidan ishlab chiqilgan ilmiy boshqaruv nazariyasiga borib taqaladi [6]. U mehnat jarayonlarini tahlil qilish, ularni elementlarga ajratish va eng samarali bajarish usullarini aniqlash orqali ishlab chiqarish unumdorligini oshirish mumkinligini asoslab berdi. Taylorning yondashuvi ish joylarini tashkil etishda vaqt me'yorlari va harakatlarni optimallashtirishga katta e'tibor qaratgan.

Keyingi bosqichda Frank Bunker Gilbreth va Lillian Moller Gilbreth tomonidan harakatlarni tahlil qilish nazariyasi rivojlantirildi [7]. Ular ish jarayonidagi ortiqcha harakatlarni aniqlash va bartaraf etish orqali mehnat unumdorligini oshirish mumkinligini ilmiy jihatdan asoslab berdilar. Ushbu yondashuv hozirgi kunda ham ishlab chiqarish liniyalarini optimallashtirishda muhim metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Zamonaviy texnik yondashuvlarda esa ishlab chiqarish tizimlari murakkab dinamik tizim sifatida qaraladi. Bu borada Norbert Wiener tomonidan asos solingan kibernetika nazariyasi muhim ahamiyatga ega [8]. Kibernetika boshqaruv va axborot almashinuvi jarayonlarini o'rganib, ishlab chiqarish tizimlarida teskari aloqa mexanizmlarini qo'llash orqali samaradorlikni oshirish imkonini beradi. Bu esa zamonaviy avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining nazariy asosini tashkil etadi.

Shuningdek, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda operatsion tadqiqotlar yo'nalishi ham muhim rol o'ynaydi [9]. Ushbu yo'nalishda matematik modellashtirish, optimallashtirish usullari va algoritmlar yordamida resurslarni taqsimlash, ishlab chiqarish jadvalini tuzish va jarayonlarni boshqarish masalalari hal etiladi. Bu yondashuv ayniqsa avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida murakkab texnologik jarayonlarni boshqarishda samarali hisoblanadi.

Zamonaviy davrda ishlab chiqarish tizimlarini optimallashtirish konsepsiyasi Taiichi Ohno tomonidan ishlab chiqilgan ishlab chiqarishni tashkil etish tizimi bilan yanada rivojlantirildi. Ushbu yondashuv isrofgarchilikni kamaytirish, ishlab chiqarish oqimlarini muvozanatlash va resurslardan samarali foydalanishga qaratilgan. Bu tizim ish joylarini optimallashtirishda ortiqcha operatsiyalarni bartaraf etish va jarayonlarni soddalashtirishga xizmat qiladi.

To'rtinchi sanoat inqilobi sharoitida yuqoridagi nazariyalar yangi texnologik asos bilan boyitilmoqda [10–12]. Xususan, aqlli ishlab chiqarish tizimlarida ish joylari sensorlar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va ma'lumotlarni qayta ishlash vositalari orqali uzluksiz

nazorat qilinadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida optimallashtirish imkonini beradi.

Bundan tashqari, ishlab chiqarish tizimlarini raqamli modellashtirish va virtual muhitda sinovdan o'tkazish imkoniyati ish joylarini loyihalash va takomillashtirishda muhim texnik vosita hisoblanadi. Ushbu yondashuv yordamida ishlab chiqarish jarayonlaridagi muammolar oldindan aniqlanib, eng samarali yechimlar tanlanadi.

Shu bilan birga, avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida ish joylarini optimallashtirish texnik jihatdan quyidagi asosiy yo'nalishlarni o'z ichiga oladi:

- ishlab chiqarish liniyalarini muvozanatlash;
- texnologik operatsiyalarni standartlashtirish;
- avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish;
- inson va texnika o'rtasidagi o'zaro ta'sirni takomillashtirish;
- ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida monitoring qilish.

Yuqoridagi nazariy yondashuvlar va texnik yechimlar shuni ko'rsatadiki, zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarida ish joylarini optimallashtirish ko'p bosqichli va kompleks jarayon bo'lib, u klassik ilmiy nazariyalar hamda zamonaviy raqamli texnologiyalar uyg'unligi asosida shakllanadi. Ayniqsa, avtomobil sanoatida ushbu yondashuvlarni qo'llash ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va raqobatbardoshlikni ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Zamonaviy avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida ish joylarini optimallashtirish jarayoni ilg'or texnologiyalar va samarali boshqaruv yondashuvlari asosida amalga oshirilmoqda. Quyida ushbu jarayonni yetakchi avtomobil ishlab chiqaruvchilar misolida ko'rib chiqish mumkin [11–15].

Toyota Motor Corporation korxonasida ish joylarini optimallashtirish ishlab chiqarishni tashkil etishning samarali tizimi asosida amalga oshiriladi. Ushbu tizimning asosiy tamoyillaridan biri ortiqcha harakatlar va resurs isrofgarchiligini kamaytirishdan iborat. Masalan, yig'uv liniyalarida ishchilar uchun barcha zarur detallar va asbob-uskunalar maksimal darajada qulay joylashtirilgan bo'lib, bu ortiqcha harakatlarni kamaytiradi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida har qanday nosozlik aniqlansa, tizim avtomatik ravishda to'xtatiladi va muammo darhol bartaraf etiladi. Bu esa sifatsiz mahsulot ishlab chiqarilishining oldini oladi.

Tesla, Inc. korxonasida esa ish joylarini optimallashtirish yuqori darajadagi avtomatlashtirish va raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan. Ushbu kompaniyada ishlab chiqarish jarayonlari robotlashtirilgan bo'lib, inson omili minimal darajaga tushirilgan. Masalan, avtomobil kuzovini yig'ish va payvandlash jarayonlari asosan robotlar tomonidan bajariladi. Shu bilan birga, ishlab chiqarish jarayonlari real vaqt rejimida monitoring qilinadi va ma'lumotlar asosida tezkor boshqaruv qarorlari qabul qilinadi. Bu esa ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

BMW Group korxonasida ish joylarini optimallashtirish inson va texnologiya o'rtasidagi uyg'unlikni ta'minlash orqali amalga oshiriladi. Bu yerda ishchilarga yordam beruvchi aqlli tizimlar joriy etilgan bo'lib, ular ish jarayonini yengillashtiradi. Masalan, ayrim yig'uv jarayonlarida ishchilarga yordam beruvchi mexanik qurilmalar qo'llaniladi, bu esa og'ir jismoniy yuklamani kamaytiradi va ish unumdorligini oshiradi.

General Motors korxonasida esa ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish matematik modellashtirish va tahlil usullari asosida amalga oshiriladi. Bu yerda ishlab chiqarish liniyalari samaradorligi doimiy ravishda tahlil qilinadi va aniqlangan muammolar asosida optimallashtirish choralari ko'riladi. Masalan, ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan kechikishlar aniqlanib, ularni bartaraf etish orqali umumiy ishlab chiqarish tezligi oshiriladi.

Tajribaviy izlanishlar. Mazkur tadqiqot avtomobil ishlab chiqarish korxonasining yig'uv uchastkasidagi ish joylarini optimallashtirish samaradorligini baholashga qaratilgan. Tadqiqot obyekti sifatida yig'uv liniyasidagi alohida ish joyi tanlab olinib, undagi texnologik operatsiyalar va ishchi harakatlari kompleks tahlil qilindi.

Tadqiqot metodologiyasi sifatida kuzatish, vaqtni o'lchash, taqqoslash hamda elementar statistik tahlil usullaridan foydalanildi. Dastlab mavjud ish jarayoni o'rganilib, har bir

operatsiyaning bajarilish vaqti hamda ishchining harakatlari qayd etildi. Olingan ma'lumotlar asosida ish jarayonining strukturaviy tahlili amalga oshirildi va operatsiyalar samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar aniqlab olindi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, umumiy ish vaqtining ma'lum qismi asosiy texnologik operatsiyalarga emas, balki yordamchi va ortiqcha harakatlarga sarflanmoqda. Xususan, asbob-uskunalarining noqulay joylashuvi, detallarni olishdagi ortiqcha harakatlar va ish jarayonining ketma-ketligi optimal emasligi aniqlangan. Ushbu holatlar ishlab chiqarish samaradorligining pasayishiga olib keluvchi asosiy omillar sifatida baholandi.

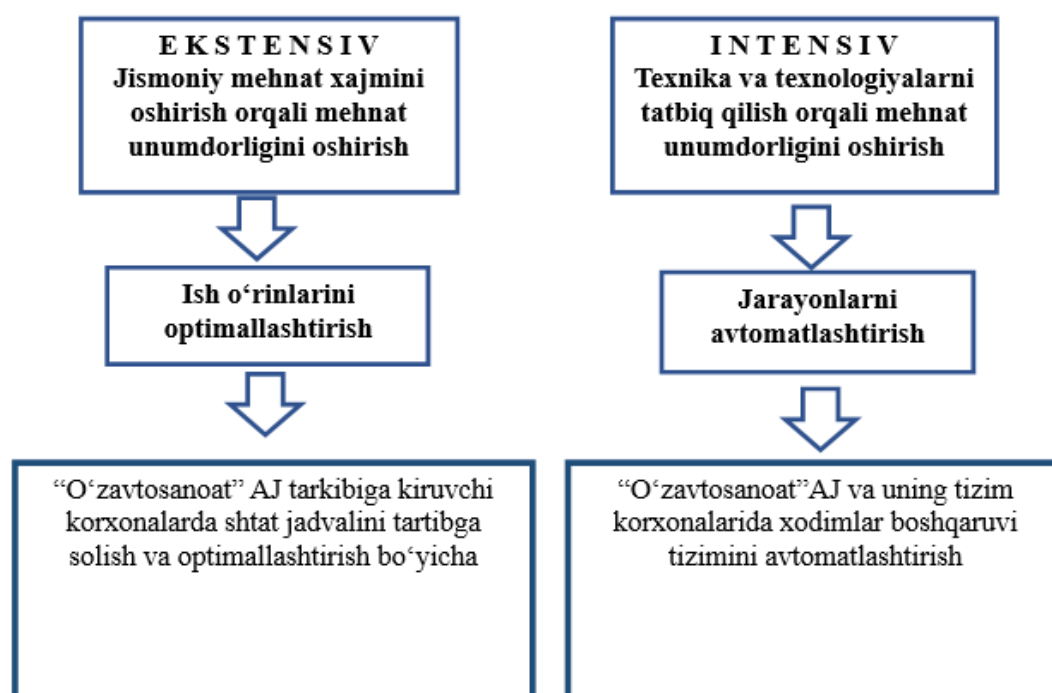
Tajriba bosqichida ish joyi qayta loyihalashtirildi. Bunda ergonomik talablar, texnologik jarayonlar ketma-ketligi hamda ishchining harakat trayektoriyasi hisobga olindi. Asbob-uskunalar va detallar ishchining minimal harakat zonasi doirasida joylashtirildi, operatsiyalar bajarilish ketma-ketligi optimallashtirildi. Natijada ish jarayonining mantiqiy va texnologik uzluksizligi ta'minlandi.

Optimallashtirilgan ish joyida takroriy o'lchovlar o'tkazilib, natijalar dastlabki holat bilan taqqoslandi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, operatsiyaning bajarilish vaqti o'rtacha 12–18 foizga qisqargan. Shu bilan birga, ishchining ortiqcha harakatlari sezilarli darajada kamaygan va ish jarayonining barqarorligi oshgan.

Ilmiy nuqtai nazardan, olingan natijalarni quyidagicha izohlash mumkin: ish jarayonida ortiqcha harakatlarning kamaytirilishi ishlab chiqarish tizimidagi yo'qotishlarni qisqartiradi, bu esa umumiy samaradorlikning oshishiga olib keladi. Bundan tashqari, ish joyining ergonomik jihatdan takomillashtirilishi ishchining jismoniy yuklamasini kamaytirib, uzoq muddatda mehnat unumdorligini barqaror oshirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, natijalar ishlab chiqarish tizimlarida optimallashtirish jarayonlari chiziqli bo'lmagan xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi. Ya'ni, kichik o'zgarishlar (masalan, asbob joylashuvi) umumiy tizim samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu esa tizimli yondashuvning muhimligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Yuqoridagi tahlillar asosida xulosa qilish mumkinki, ish joylarini ilmiy asosda optimallashtirish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning muhim omili hisoblanadi. Ayniqsa, avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida ushbu yondashuvlarni qo'llash orqali vaqt yo'qotishlarni kamaytirish, resurslardan samarali foydalanish va ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligini ta'minlash mumkin.



Ish joyidan foydalanishni optimallashtirishning mehnat unumdorligini oshirishdagi o'rni
1-rasm.

Mazkur rasmda ish joylaridan foydalanishni optimallashtirish orqali mehnat unumdorligini oshirishning ikki asosiy yo'nalishi - ekstensiv va intensiv yondashuvlar ko'rsatilgan. Ekstensiv yondashuvda mehnat unumdorligi asosan jismoniy mehnat hajmini oshirish orqali ta'minlanadi, bunda ish o'rinlarini optimallashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yondashuv doirasida korxonalarda shtat tuzilmasini tartibga solish va ish joylarini oqilona tashkil etish orqali samaradorlikka erishiladi.

Intensiv yondashuvda esa asosiy e'tibor texnika va texnologiyalarni joriy etish orqali mehnat unumdorligini oshirishga qaratiladi. Bu jarayonda ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish hamda boshqaruv tizimlarini takomillashtirish muhim rol o'ynaydi. Xususan, zamonaviy korxonalarda xodimlar boshqaruv tizimlarini avtomatlashtirish orqali ish jarayonlari yanada tezkor va samarali amalga oshiriladi.

Tizim korxonalarining viloyatlar bo'yicha dislokatsiyalari.

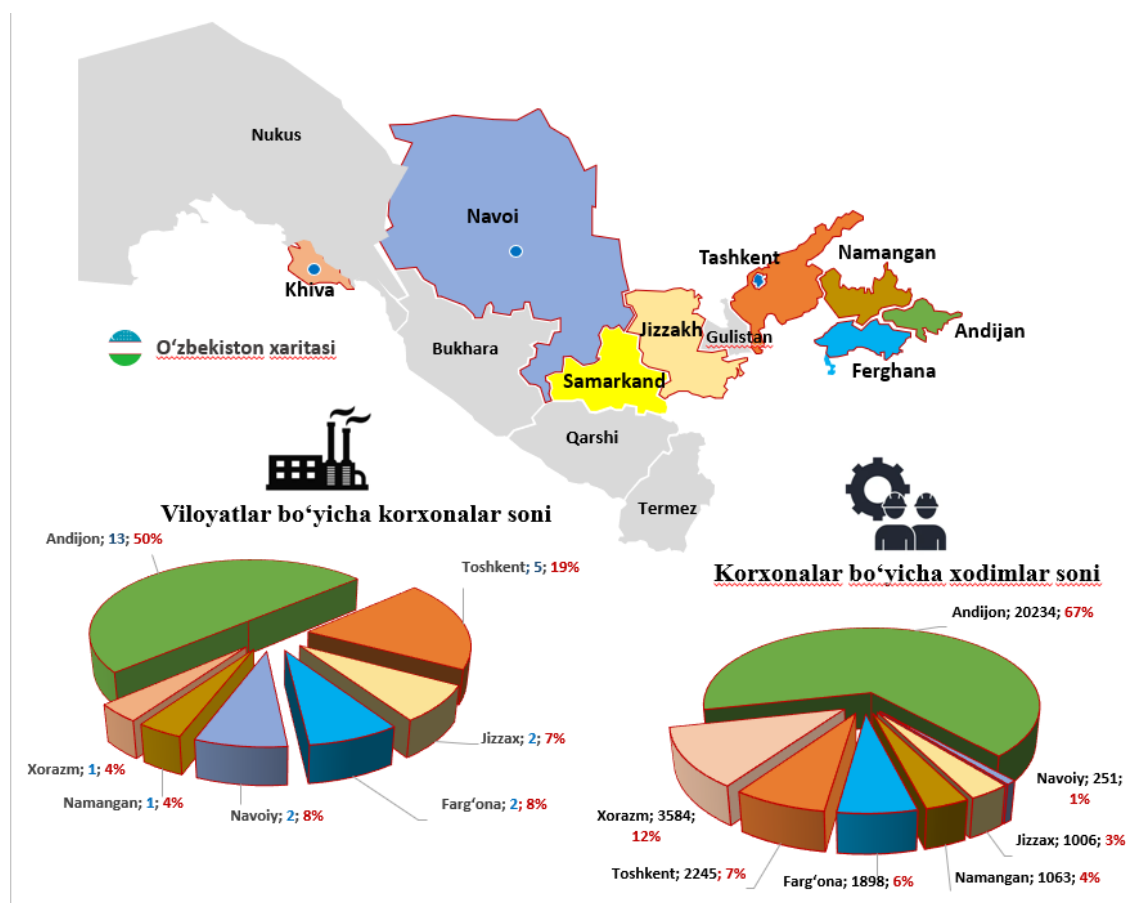
1-jadval

№	Korxona nomi	Dislokatsiya	Jami xodimlar soni
1	“Toshkent Traktor zavodi” MChJ	Toshkent	517
2	“UzAuto Cepla” MChJ QK	Toshkent	100
3	“UZAUTO MOTORS POWERTRAIN” AJ	Toshkent	1 257
4	“O‘zAvto INZI” MChJ QK	Toshkent	259
5	“O‘ZAVTOSANOAT” AJ	Toshkent	112
			2 245
6	“O‘ZMINDA” MChJ QK	Navoiy	111
7	“O‘ZERAEALTERNATOR” MChJ QK	Navoiy	140
			251
8	“UZ CHASYS” MChJ QK	Namangan	1 063
			1 063
9	“JIZZAX AVTOMOBIL ZAVODI” MChJ	Jizzax	32
10	“BYD UZBEKISTAN FACTORY” MChJ QK	Jizzax	974
			1 006
11	“UZSUNGWOO” MChJ	Farg‘ona	1 062
12	“AVTOOYNA” MChJ	Farg‘ona	836
			1 898
13	“UZAUTO MOTORS” AJ	Xorazm	3 584
			3 584
13	“UZAUTO MOTORS” AJ	Andijon	11 747
14	“Uz Dong Yang Co” AJ	Andijon	1 154
15	“UZ SEMYUNG KO” AJ	Andijon	1 629
16	“O‘Z TONG HONG KOMPANI” AJ	Andijon	1 526
17	“AUTO RUBBER” MChJ	Andijon	454
18	“UZ DONG WON KO” AJ	Andijon	417
19	“UZ KORAM KOMPANI” MChJ	Andijon	1 224
20	“O‘Z AUTO AUSTEM” MChJ QK	Andijon	559
21	“AVTOKOMPONENT” MChJ	Andijon	648
22	“AVTO CLIMATE CONTROL” MChJ	Andijon	507
23	“KWANGJIN AUTOSYSTEMS” MChJ QK	Andijon	117
24	“AUTO SPRING COMPONENTS” MChJ	Andijon	142
25	“AUTO FORTIS” MChJ	Andijon	110
			20 234
	Jami		30 281

Mazkur jadvalda avtomobil sanoati tizimiga kiruvchi korxonalarning hududlar bo'yicha joylashuvi va ulardagi jami xodimlar soni keltirilgan. Jadval tahlili shuni ko'rsatadiki, korxonalar respublikaning turli viloyatlarida joylashgan bo'lib, ularning hududiy taqsimoti ishlab chiqarish resurslarini mintaqalar kesimida muvozanatli taqsimlashga xizmat qiladi.

Eng yirik ishlab chiqarish salohiyati Andijon viloyatida jamlangani kuzatiladi, bu esa mazkur hudud avtomobil sanoatining asosiy markazlaridan biri ekanligini ko'rsatadi. Shuningdek, Toshkent, Farg'ona va Xorazm viloyatlarida ham yirik ishlab chiqarish korxonalari faoliyat yuritmoqda. Ayrim viloyatlarda esa kichik va o'rta quvvatli korxonalar joylashgan bo'lib, ular umumiy ishlab chiqarish zanjirining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida xulosa qilish mumkinki, korxonalarni hududiy joylashtirish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, logistika xarajatlarini kamaytirish hamda mehnat resurslaridan oqilona foydalanish imkonini beradi. Shu bilan birga, bunday dislokatsiya sanoat infratuzilmasini rivojlantirish va hududlar iqtisodiy salohiyatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.



Tizim korxonalarining viloyatlar bo'yicha dislokatsiyalari. 2-rasm.

Natijalar tahlili. Tajribaviy izlanishlar natijasida olingan ma'lumotlar ish joylarini optimallashtirish ishlab chiqarish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Dastlabki va optimallashtirilgan holatdagi ko'rsatkichlar o'zaro taqqoslanganda, bir qator ijobiy o'zgarishlar kuzatildi.

Birinchidan, operatsiyalarni bajarish vaqti qisqarishi aniqlandi. O'lchov natijalariga ko'ra, ish joyi qayta tashkil etilgandan so'ng operatsiya bajarish vaqti o'rtacha 12–18 foizga kamaygan. Bu esa ishlab chiqarish jarayonida vaqt resurslaridan yanada samarali foydalanilayotganini ko'rsatadi. Vaqt sarfining qisqarishi, o'z navbatida, ishlab chiqarish hajmini oshirish imkonini yaratadi.

Ikkinchidan, ishchining ortiqcha harakatlari sezilarli darajada kamaygan. Dastlabki holatda ish jarayonida kuzatilgan ortiqcha harakatlar optimallashtirish natijasida bartaraf etildi. Natijada ish

jarayoni yanada soddalashtirildi va harakatlar soni kamaydi. Bu esa mehnat unumdorligining oshishiga bevosita ta'sir ko'rsatdi.

Uchinchidan, ish jarayonining barqarorligi oshganligi kuzatildi. Optimallashtirilgan ish joyida operatsiyalar bajarilish ketma-ketligi aniq va izchil bo'lib, ishlab chiqarish jarayonida uzilishlar kamaydi. Bu esa ishlab chiqarish tizimining umumiy ishonchliligini oshiradi.

To'rtinchidan, ishchining jismoniy yuklamasi kamayganligi aniqlangan. Ergonomik jihatdan to'g'ri tashkil etilgan ish joyi ishchining ortiqcha kuch sarflashini kamaytirib, uning ish faoliyatini yengillashtiradi.

Shu bilan birga, tizim korxonalarining hududiy taqsimoti va xodimlar soni bo'yicha keltirilgan jadval ma'lumotlari ham ish joylarini optimallashtirish zaruratini tasdiqlaydi. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ayrim hududlarda, xususan, Andijon viloyatida yirik ishlab chiqarish quvvatlari va ko'p sonli xodimlar jamlangan. Bu esa ish jarayonlarini samarali tashkil etish va ish joylarini optimallashtirish masalasining dolzarbligini yanada oshiradi.

Shuningdek, Toshkent, Farg'ona va boshqa hududlardagi korxonalarda xodimlar sonining turlicha taqsimlanganligi ishlab chiqarish jarayonlarini muvofiqlashtirish va resurslardan oqilona foydalanishni talab etadi. Bunday sharoitda ish joylarini optimallashtirish nafaqat alohida ishchi darajasida, balki butun korxona va tizim darajasida amalga oshirilishi zarur.

Olingan natijalar tizimli yondashuvning samaradorligini tasdiqlaydi. Ish joyidagi kichik o'zgarishlar butun ishlab chiqarish tizimi samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Ayniqsa, ko'p xodimli yirik korxonalarda bunday optimallashtirish ishlari katta iqtisodiy samaraga olib keladi.

Natijalar shuni ham ko'rsatdiki, ish joylarini optimallashtirish nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki resurslardan foydalanish darajasini yaxshilaydi. Vaqt, mehnat va texnik resurslarning oqilona taqsimlanishi korxonaning iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Tajribaviy natijalar va hududiy-statistik ma'lumotlar birgalikda ish joylarini optimallashtirish avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida yuqori samaradorlikka erishishning muhim omili ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu yondashuvni keng joriy etish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish va raqobatbardoshlikni oshirish mumkin.

Xulosa.

1. To'rtinchi sanoat inqilobi sharoitida ishlab chiqarish jarayonlarining raqamlashtirilishi va avtomatlashtirilishi ish joylarini optimallashtirishni sanoat korxonalari rivojlanishining muhim yo'nalishiga aylantirmoqda.
2. Ish joylarini optimallashtirishning nazariy asoslari mehnatni ilmiy tashkil etish, harakatlarni tahlil qilish, tizimli yondashuv va ishlab chiqarishni oqim asosida tashkil etish konsepsiyalariga tayanadi.
3. Zamonaviy avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida ish joylarini optimallashtirish texnologik, tashkiliy va inson omillarining o'zaro uyg'unligi asosida amalga oshiriladi.
4. Tajribaviy izlanishlar natijalari ish joylarini qayta tashkil etish orqali operatsiyalar bajarish vaqtini o'rtacha 12–18 foizga qisqartirish mumkinligini ko'rsatdi.
5. Ish joylarini ergonomik jihatdan takomillashtirish ishchilarning ortiqcha harakatlarini kamaytirib, mehnat unumdorligini oshiradi hamda jismoniy yuklamani pasaytiradi.
6. Hududiy tahlillar shuni ko'rsatdiki, avtomobil sanoati korxonalarining ayrim viloyatlarda, ayniqsa yirik ishlab chiqarish markazlarida jamlanganligi ish joylarini tizimli optimallashtirish zaruratini kuchaytiradi.
7. Ish joylarida kichik tashkiliy o'zgarishlar ham butun ishlab chiqarish tizimi samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin, bu esa optimallashtirish jarayonida kompleks yondashuv muhimligini tasdiqlaydi.
8. Ish joylarini optimallashtirishni keng joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurslardan oqilona foydalanish va avtomobil sanoati korxonalarining raqobatbardoshligini kuchaytirishda muhim omil hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2017.
- [2]. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for Implementing Industry 4.0. Berlin: German National Academy of Science and Engineering, 2016.
- [3]. Gilchrist A. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. New York: Apress, 2017.
- [4]. Xu L.D., Xu E.L., Li L. Industry 4.0: State of the Art and Future Trends. International Journal of Production Research, 2018.
- [5]. Zhong R.Y., Xu X., Klotz E., Newman S.T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0. Engineering Journal, 2017.
- [6]. Taylor F.W. The Principles of Scientific Management. New York: Harper and Brothers, 2016.
- [7]. Gilbreth F.B., Gilbreth L.M. Applied Motion Study. New York: Sturgis and Walton Company, 2017.
- [8]. Wiener N. Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine. MIT Press, 2019.
- [9]. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, 2018.
- [10]. Monostori L. Cyber-Physical Production Systems. CIRP Annals, 2018.
- [11]. Buer S.V., Strandhagen J.O., Chan F.T.S. The Link Between Industry 4.0 and Lean Manufacturing. International Journal of Production Research, 2018.
- [12]. Sony M., Naik S. Industry 4.0 Integration with Lean Management. Journal of Manufacturing Technology Management, 2020.
- [13]. Koren Y., Shpitalni M. Design of Reconfigurable Manufacturing Systems. Journal of Manufacturing Systems, 2017.
- [14]. Wang S., Wan J., Li D., Zhang C. Implementing Smart Factory of Industry 4.0. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2016.
- [15]. Frank A.G., Dalenogare L.S., Ayala N.F. Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns. Journal of Manufacturing Technology Management, 2019.

PAXTA IPLARINING SIFAT PARAMETRLARINI MILLIY VA XALQARO STANDARTLAR TALABLARI BILAN UYG'UNLASHTIRISH QIYOSIY TAHLIL VA AMALIY TAVSIYALAR

M.T. Omonov¹, H.T. Bobojonov¹, J.Z. Saloxiddinov¹, Sh.Sh. Shog'ofurov¹,
D.A. Mamadaliyeva¹, M.M. Urishev²

¹Namangan davlat texnika universiteti

²Farg'ona davlat texnika universiteti

e-mail: omonov.muhammad001@gmail.com

e-mail: bobojonov1979@mail.ru,

e-mail: shogofurovshahboz@gmail.com.

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxta iplarining sifat ko'rsatkichlarini baholashda qo'llaniladigan milliy (O'zDSt) va xalqaro (ISO, ASTM) standartlar qiyosiy tahlil qilingan. Tadqiqotning asosiy maqsadi – standartlar talablari orasidagi farqlarni aniqlash va ularni uyg'unlashtirish orqali mahalliy to'qimachilik korxonalarining raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiluvchi amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdir. Ne 20/1, Ne 30/1, Ne 40/1 va Ne 50/1 nominal chiziqli zichlikdagi 100% paxta iplarining mustahkamlik, uzayish, notekislik, tuklilik, neps va qusur ko'rsatkichlari ikki xil standart tizimi asosida sinovdan o'tkazilgan.

Kalit so'zlar: paxta iplari, sifat parametrlari, milliy standartlar, xalqaro standartlar, qiyosiy tahlil, uyg'unlashtirish, mustahkamlik, notekislik, raqobatbardoshlik, sifat nazorati.

Asosiy qism

Jahon to'qimachilik sanoati raqobatbardoshligini belgilovchi asosiy omillardan biri bu ishlab chiqariladigan mahsulot, xususan, paxta iplari sifatining barqarorligi va uning xalqaro talablarga mosligidir. O'zbekiston paxta to'qimachilik sohasida yetakchi davlatlardan biri sifatida so'nggi yillarda mahsulot eksportini kengaytirish, qo'shilgan qiymat zanjirida yuqori pog'onalarni egallash va global qiymat zanjirlariga integratsiyalashuvni jadallashtirish yo'lida muhim qadamlar qilmoqda. Biroq, bu jarayonning muvaffaqiyati ko'p jihatdan paxta iplari sifatini baholashda qo'llaniladigan milliy standartlarning xalqaro standartlar (xususan, ISO, ASTM, USTER

me'yorlari) bilan uyg'unligiga bog'liq. Amaldagi milliy standartlar (O'z DSt) ko'p hollarda sobiq ittifoq davridagi GOST tizimiga asoslangan bo'lib, ular fizik-mexanik ko'rsatkichlar (uzilish kuchi, tekislik, notekislik koeffitsienti, neps va boshqa nuqsonlar) va metrik raqamni aniqlashda an'anaviy yondashuvlarni saqlab qolgan. Xalqaro standartlar esa, ayniqsa, USTER® STATISTICS kunga kelib, global ishlab chiqaruvchilarning eng yaxshi ko'rsatkichlari asosida doimiy yangilanib boruvchi benchmarking tizimini taklif etadi. Ushbu farqlar natijasida bir xil ip namunasi milliy standartlar bo'yicha "yuqori sifat" deb baholanishi mumkin, ammo xorijiy xaridor talab qiladigan parametrlarga to'liq javob bermasligi ehtimoli mavjud. Bu esa, o'z navbatida, eksport jarayonida texnik to'siqlar, narx chegirmalari va ishonchlilik imijining pasayishiga olib keladi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi paxta iplarining asosiy sifat parametrlarini (chiziqli zichlik, uzilish kuchi va uzayishi, notekisligi, nuqsonlilik darajasi, purkama indeksi) milliy va xalqaro standartlar talablari doirasida qiyosiy tahlil qilish, ular o'rtasidagi tafovut va uyg'unlik darajasini aniqlashdan iborat. Tadqiqotda standartlarni qiyosiy o'rganish, ilg'or xorijiy tajriba va mahalliy korxonalar laboratoriya sinovlari natijalariga tayanilgan.

Tahlil natijalari asosida paxta iplari sifatini baholash tizimini xalqaro talablar bilan uyg'unlashtirish, ichki me'yoriy hujjatlarni takomillashtirish va to'qimachilik korxonalarida sifat nazoratini modernizatsiya qilish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu ish natijalari O'zbekiston to'qimachilik klasterlari, ip ishlab chiqaruvchi korxonalar, standartlashtirish organlari va eksportni rag'batlantiruvchi tashkilotlar uchun amaliy ahamiyatga ega.

Ushbu tadqiqotda paxta ipini ishlab chiqarishda chiqindilar miqdorini kamaytirish va buning ip sifatiga ta'siri o'rganilgan. Xom ashyo narxining yuqoriligi sababli chiqindilarni qayta ishlash va qayta foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotda ishlab chiqarish jarayonida ajratilgan mayda tolalar (chiqindilar) qayta ishlab chiqarishga qo'shilgan. Mashina sozlamalarini o'zgartirish orqali chiqindi miqdori kamaytirilgan va ip sifat ko'rsatkichlari (mustahkamlik, notekislik, tukdorlik, va boshqalar) o'lchangan. Natijalar SPSS dasturida t-test yordamida tahlil qilinib, chiqindi kamaytirilganda ip sifat ko'rsatkichlaridagi o'zgarishlar aniqlandi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, chiqindilarni qayta ishlab chiqarishga qo'shish iqtisodiy jihatdan foydali bo'lib, sifatga ta'sirini statistik jihatdan baholash mumkin [1].

Ushbu ishda an'anaviy va zamonaviy halqali ip yigiruv mashinalarida ishlab chiqarilgan iplarning sifati va tannarxi qiyosiy tahlil qilingan. Taris korxonasida olib borilgan tajribalar natijasida zamonaviy uskunalar ipning mustahkamligi, tekisligi, va tukdorligi kabi sifat parametrlarini sezilarli darajada yaxshilagani aniqlandi. Bundan tashqari, zamonaviy uskunalar energiya sarfini kamaytirish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini optimallashtirish orqali ishlab chiqarish tannarxiga ijobiy ta'sir ko'rsatdi. Ushbu tadqiqot ip yigiruv korxonalari uchun texnologik modernizatsiyaning ahamiyatini ilmiy jihatdan asoslab beradi [2].

Ochiq uchli yigirish usulida ip yigirishda uchta asosiy komponent (ochuvchi valik, rotor va tortib olish nozuli) ip sifatiga ta'sir etadi. Ayniqsa, tortib olish nozulining sirt tuzilishi (tekis, spiral, tishli va h.k.) ipning tukdorligi, mustahkamligi, neps (tola to'plamlari) va notekisligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotda to'rt xil turdagi nozul va to'rt xil xomashyo aralashmasi (polyester/paxta va polyester/viskoza) ishlatilgan. Bir xil chiziqli zichlikdagi iplar ishlab chiqarilib, ularning tukdorligi, mustahkamligi, notekisligi va nuqsonlari sinovdan o'tkazilgan. Natijalar statistik tahlil usullari bilan o'rganilib, har bir xomashyo turi uchun eng mos nozul turi aniqlangan [3].

Ushbu tadqiqotda an'anaviy halqali yigiruv mashinasi elastanli o'zakli ip (core-spun yarn) ishlab chiqarishga moslashtirilgan. Tizimda servo motor boshqaruvidagi elastan uzatish mexanizmi qo'llanilgan bo'lib, barcha parametrlar kompyuter orqali avtomatik boshqariladi. Tadqiqot davomida turli xil ishlab chiqarish parametrlarini (elastan uzilishi, burilish miqdori va boshqalar) o'zgartirib, ularning ip sifatiga ta'siri o'rganilgan. Natijalar Design-Expert statistik dasturida tahlil qilinib, optimal ishlab chiqarish parametrlari aniqlangan. Ushbu mahalliy ishlab chiqilgan tizim eksport qilinadigan texnologiyalarga muqobil bo'lib, qo'shilgan qiymatni oshirishga xizmat qiladi [4].

Halqali yigiruvda ishlab chiqarilgan iplarni bobinlash jarayonida mashina sozlamalari va ishlab chiqarish muhitining ip sifatiga ta'siri o'rganilgan. To'qimachilik jarayonida ipning

tuzilishidagi nuqsonlar (notekislik, tukdorlik, tolalarning uchlari) oxirgi mahsulot sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotda 100% paxta xomashyosidan Ne 30/1, Ne 36/1, Ne 40/1 va Ne 50/1 qatlamli (compact) iplar ishlab chiqarilib, bobinlash mashinasining turli sozlamalari o'zgartirilgan. Natijada, sifat ko'rsatkichlari va ishlab chiqarish unumdorligi o'rtasidagi optimal muvozanat aniqlangan. Bu tadqiqot ishlab chiqarish jarayonidagi mayda sozlamalarning ham sifatga qanchalik ta'sir qilishini ko'rsatadi [5].

To'qimachilikni nam qayta ishlash (ogartirish, bo'yash, yuvish) jarayonlarida chiqindi suvlarni qayta ishlab, ularni qayta foydalanish imkoniyatlari o'rganilgan. Faollashtirilgan uglerod (AC), nanofiltratsiya (NF), ultrafiltratsiya (UF) va teskari osmos (RO) usullari bilan tozalangan suv turli nisbatlarda (100%, 75/25%, 50/50%, 25/75%) zavod suvi bilan aralashtirilib, paxta matolarini ogartirish, bo'yash va yuvishda qo'llanilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, faollashtirilgan uglerod va nanofiltratsiya usullari bilan tozalangan suv oqartirish, bo'yash va yuvish jarayonlari uchun maqbul hisoblanadi. Rang farqi (dE), yuvish va ishqalanishga mustahkamlik, and kapillyarlik kabi sifat ko'rsatkichlari zavod suvi bilan ishlov berilgan namunalarnikiga yaqin yoki undan ham yaxshi natijalar berdi. Bu tadqiqot suv resurslarini tejash va atrof-muhitga yukni kamaytirishning ilmiy asosini yaratadi [6].

Poliester va viskoza tolalarining turli aralashmalarida (100% PES, 67% PES/33% VIS, 50% PES/50% VIS) antistatik material (spin finish) miqdorini o'zgartirib, uning statik elektr zaryadi va ip sifatiga ta'siri o'rganilgan. Tajribalar natijasida, aralashma turi va antistatik miqdorining statik elektr zaryadiga ta'siri juda yuqori darajada ahamiyatli ekanligi aniqlandi. Antistatik miqdorining ipning mustahkamligi va qalin joylari (thick places) ga ta'siri ahamiyatli, neps (tola to'plamlari) ga ta'siri esa juda ahamiyatli deb topildi. Har bir aralashma uchun eng yaxshi ip sifatini ta'minlovchi optimal antistatik miqdori aniqlangan. Shuningdek, aralashmadagi viskoza nisbati ortishi bilan ipda qolgan yog'li qoldiqlar miqdori ham ortishi kuzatilgan [7].

O'zbekistonning yetakchi to'qimachilik korxonalaridan birida ishlab chiqarilgan 100% paxta iplari namunalari o'rganildi. Namunalar quyidagi nominal chiziqli zichliklarda tanlab olindi:

- Ne 20/1 (29.5 tex)
- Ne 30/1 (19.7 tex)
- Ne 40/1 (14.8 tex)
- Ne 50/1 (11.8 tex)

Har bir chiziqli zichlik bo'yicha 10 tadan takroriy sinov o'tkazildi (jami 40 ta namuna).

Tahlil qilingan asosiy standartlar: Milliy standartlar: O'zDSt 992-2019 "Paxta iplari. Texnik shartlar", O'zDSt 1043-2020 "Ip va iplarning mustahkamligini aniqlash usullari"

Quyidagi sifat ko'rsatkichlari o'lchandi:

1. Mustahkamlik (cN/tex) – Uster Tensorapid 4 asbobida, ISO 2062 talablari asosida
2. Nisbiy uzayish (%) – Uster Tensorapid 4 asbobida
3. Notekislik (CVm %) – Uster Tester 5-S800 asbobida
4. Tuklilik (H) – Uster Tester 5-S800 asbobida
5. Neps (neps/km) – Uster Tester 5-S800 asbobida
6. Qusurlar (thin places, thick places) – Uster Tester 5-S800 asbobida

urli chiziqli zichlikdagi paxta iplarining sifat ko'rsatkichlari

1-jadval.

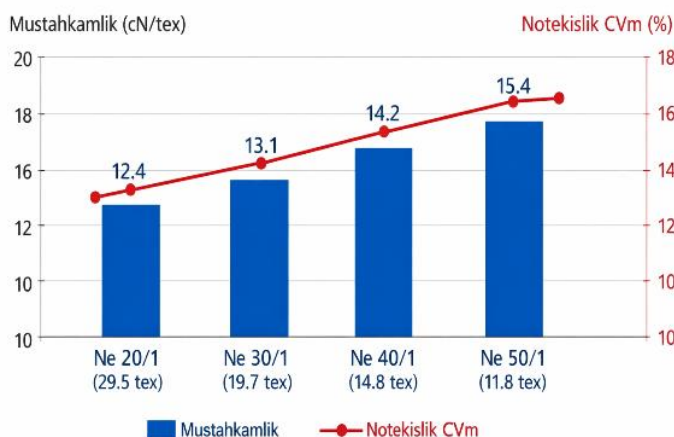
Nominal chiziqli zichlik	Mustahkamlik (cN/tex)	Uzayish (%)	Notekislik CVm (%)	Tuklilik H	Neps (neps/km)
Ne 20/1 (29.5 tex)	14.2	5.8	12.4	5.2	185
Ne 30/1 (19.7 tex)	15.6	6.2	13.1	5.8	210
Ne 40/1 (14.8 tex)	16.8	6.5	14.2	6.3	245
Ne 50/1 (11.8 tex)	17.5	6.9	15.4	7.1	285

Milliy (O'zDSt) va xalqaro (ISO) standartlar bo'yicha Ne 30/1 ip uchun sifat ko'rsatkichlari chegaralari

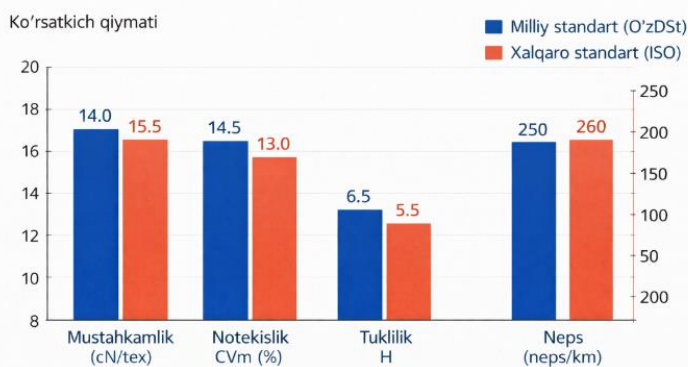
2-jadval.

Sifat ko'rsatkichi	O'zDSt 992-2019 (min/maks)	ISO 2062 (min/maks)	Farq (%)
Mustahkamlik (cN/tex)	≥ 14.0	≥ 15.5	+10.7
Notekislik CVm (%)	≤ 14.5	≤ 13.0	-10.3
Tuklilik H	≤ 6.5	≤ 5.5	-15.4
Neps (neps/km)	≤ 250	≤ 200	-20.0

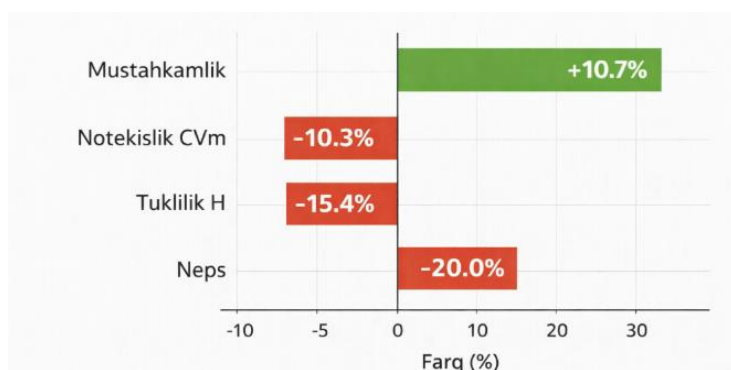
3-jadval ma'lumotlariga ko'ra, xalqaro standartlar milliy standartlarga nisbatan barcha ko'rsatkichlar bo'yicha qat'iyroq talablarni belgilaydi. Eng katta farq neps ko'rsatkichi bo'yicha kuzatilgan (20%), undan keyin tuklilik (15.4%) va notekislik (10.3%) ko'rsatkichlari keladi.



1-Rasm. 1-Turli chiziqli zichlikdagi iplarning mustahkamlik va notekislik ko'rsatkichlari.



2-Rasm. Milliy va xalqaro standartlar bo'yicha Ne 30/1 ip sifat ko'rsatkichlari chegaralarini qiyosiy tahlili.



3-Rasm. Standartlar talablari bo'yicha farqlar foizi.

Tadqiqot natijalari milliy va xalqaro standartlar o'rtasida sezilarli farqlar mavjudligini ko'rsatdi. Xalqaro standartlar talablarining qat'iyligi bir qancha omillar bilan izohlanadi:

Mustahkamlik ko'rsatkichi bo'yicha xalqaro standart talabi (15.5 cN/tex) milliy standart talabidan (14.0 cN/tex) 10.7% yuqori. Bu farq eksportga mo'ljallangan mahsulotlarning xalqaro bozor talablariga mos kelmasligiga olib kelishi mumkin. [1] tadqiqotida ta'kidlanganidek, ishlab chiqarishdagi chiqindilarni kamaytirish orqali ip mustahkamligini oshirish imkoniyati mavjud.

Notekislik (CVm) ko'rsatkichi bo'yicha xalqaro standart 13.0% dan oshmaslikni talab qilsa, milliy standart 14.5% gacha ruxsat etadi. Bu farq (10.3%) xalqaro bozorlarda mahsulot sifati past deb baholanishiga sabab bo'lishi mumkin. [3] tadqiqotida ko'rsatilganidek, tak-off nozzle turini optimallashtirish orqali ip notekisligini kamaytirish mumkin.

Tuklilik (H) ko'rsatkichi bo'yicha farq eng muhimlaridan biridir (15.4%). Tuklilik ipning keyingi qayta ishlash jarayonlariga (to'qish, bo'yash) bevosita ta'sir ko'rsatadi. [2] tadqiqotida zamonaviy uskunalar qo'llanilganda ip tukliligining kamayishi kuzatilgan.

Neps ko'rsatkichi bo'yicha farq eng yuqori darajada (20%). Neps miqdori ipning ko'rinishiga va tayyor gazlama sifatiga bevosita ta'sir qiladi. [7] tadqiqotida antistatik materiallar

qo'llash orqali neps miqdorini kamaytirish imkoniyati ko'rsatilgan.

Tahlillar asosida standartlar o'rtasidagi moslashtirish koeffitsiyentlarini ishlab chiqish mumkin:

Standartlar o'rtasidagi moslashtirish koeffitsiyentlari

3-jadval.

Sifat ko'rsatkichi	Milliy standart (O'zDSt)	Xalqaro standart (ISO)	Moslashtirish koeffitsiyenti
Mustahkamlik	14.0 cN/tex	15.5 cN/tex	K = 1.107
Notekislik CVM	14.5%	13.0%	K = 0.897
Tuklilik H	6.5	5.5	K = 0.846
Neps	250 neps/km	200 neps/km	K = 0.800

Ushbu koeffitsiyentlar korxonalarda ichki sifat nazoratini amalga oshirishda, mahsulotni xalqaro talablarga mosligini oldindan baholashda qo'llanilishi mumkin.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

1. Sifat laboratoriyalarini xalqaro akkreditatsiyadan o'tkazish – sinov usullarining ISO standartlariga mosligini ta'minlash
2. Ishlab chiqarish bosqichlarida standart talablarini integratsiyalash – har bir texnologik o'tishda sifat ko'rsatkichlarini nazorat qilish
3. Xodimlarning malakasini oshirish – standart talablari va sinov usullari bo'yicha muntazam treninglar tashkil etish
4. Sifat menejment tizimini takomillashtirish – ISO 9001 talablari asosida integratsiyalashgan tizim yaratish
5. Texnologik parametrlarni optimallashtirish – [4] va [5] tadqiqotlarida ko'rsatilganidek, mashina sozlamalarini optimallashtirish orqali sifat ko'rsatkichlarini xalqaro talablar darajasiga yetkazish

Ushbu tadqiqotda paxta iplarining sifat ko'rsatkichlarini baholashda qo'llaniladigan milliy (O'zDSt) va xalqaro (ISO, ASTM) standartlarning qiyosiy tahlili amalga oshirildi. Quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

1. Standartlar o'rtasida sezilarli farqlar mavjud: Xalqaro standartlar milliy standartlarga nisbatan barcha o'rganilgan sifat ko'rsatkichlari (mustahkamlik, notekislik, tuklilik, neps) bo'yicha qat'iyroq talablarni belgilaydi.
2. Eng katta farq neps ko'rsatkichi bo'yicha kuzatildi (20%), undan keyin tuklilik (15.4%) va notekislik (10.3%) ko'rsatkichlari keladi.
3. Moslashtirish koeffitsiyentlari ishlab chiqildi, ular korxonalarda ichki sifat nazoratini xalqaro talablarga moslashtirish imkonini beradi.
4. Amaliy tavsiyalar sifatida sifat laboratoriyalarini xalqaro akkreditatsiyadan o'tkazish, ishlab chiqarish bosqichlarida standart talablarini integratsiyalash, xodimlar malakasini oshirish va texnologik parametrlarni optimallashtirish taklif etildi.

Kelgusida tadqiqotni turli xil xom ashyo tarkibli (poliester/paxta aralashmasi, viskoza va boshqalar) iplar uchun kengaytirish va standartlararo uyg'unlashtirishning iqtisodiy samaradorligini baholash maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar

- [1]. Bekir Y.T.K. Paxta ip ishlab chiqarish korxonasida hosil bo'ladigan chiqindilar miqdorini kamaytirish va uning turli ip sifat parametrlariga ta'siri. Magistrlik dissertatsiyasi, Çukurova Universiteti, Turkiya, 2006.
- [2]. Kendirli B., va boshqalar. Halqali ip yigiruv mashinalarida zamonaviy uskunalarining mahsulot sifati va tannarxiga ta'sirini tadqiq qilish. Magistrlik dissertatsiyasi, Ege Universiteti, Turkey.
- [3]. Erbil Y. va boshqalar. Open-end rotor aralashma ip ishlab chiqarishda tortib olish nozuli turining ip sifatiga ta'siri. Doktorlik dissertatsiyasi, Uludağ Universiteti, Turkiya.
- [4]. Vuruşkan D. va boshqalar. Elastanli ip ishlab chiqarish uchun modifikatsiyalangan halqali ip yigiruv mashinasining ishlab chiqarish o'zgaruvchilarini optimallashtirish va o'zgaruvchilarning ip sifatiga ta'siri. Doktorlik dissertatsiyasi, Çukurova Universiteti, Turkiya.

- [5]. Bedenli G., va boshqalar. Bobina mashinalarida sozlamalarning ip sifatiga ta'sirini tadqiq qilish. Magistrlik dissertatsiyasi, Uludağ Universiteti, Turkiya.
- [6]. Palamutçu S., va boshqalar. To'qimachilik chiqindi suvlarini qayta ishlash va qayta ishlangan suvning paxta to'qimachilik nam qayta ishlash bosqichlarida qo'llanilishi hamda qayta ishlangan suvning to'qimachilik sifatiga ta'siri. Doktorlik dissertatsiyasi, Ege Universiteti, Turkiya.
- [7]. Alhalabi K., va boshqalar. Sintetik tolali ip yigirishda antistatik material qo'llanilishini tadqiq qilish va ip sifat parametrlarini optimallashtirish. Doktorlik dissertatsiyasi, Çukurova Universiteti, Turkiya.
- [8]. O'zbekiston standartlashtirish agentligi. O'zDSt 992-2019: Paxta iplari. Texnik shartlar. Toshkent: O'zstandart nashriyoti, 2019.
- [9]. O'zbekiston standartlashtirish agentligi. O'zDSt 1043-2020: Ip va iplarning mustahkamligini aniqlash usullari. Toshkent: O'zstandart nashriyoti, 2020.
- [10]. Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO). ISO 2062:2009: To'qimachilik – O'ramdagi iplar – Bir tarmoqli uzilish kuchi va uzayishni aniqlash. Jeneva: ISO nashriyoti, 2009.

TIKUV MASHINALARIDA IP TORGICH MEKANIZMLARI TAHLILI

M. Turdiyev, D. Pozilova

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: 0009-0006-3041-5778

e-mail: mahmudjonturdiyev22@gmail.com

e-mail: urdonapozilova2005@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

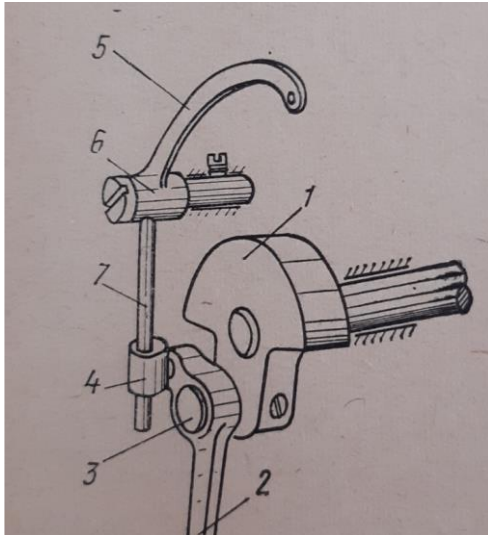
Annotatsiya: Ushbu maqolada tikuv mashinalarida qo'llaniladigan ip tortgich mexanizmlarining tuzilishi, ishlash prinsipi va ularning tikuv sifatiga ta'siri tahlil qilinadi. Ip tortgich tizimi tikuv jarayonining muhim elementi hisoblanib, u tikuvning mustahkamligi, silliqiligi hamda tashqi ko'rinishini belgilaydi. Tadqiqot davomida turli konstruksiyadagi ip tortgich mexanizmlarining afzallik va kamchiliklari solishtirildi, ularning texnologik jarayonga moslashuv darajasi baholandi. Shuningdek, zamonaviy tikuv mashinalarida qo'llanilayotgan avtomatlashtirilgan ip tortgich tizimlari ham ko'rib chiqildi. Olingan natijalar asosida ip tortgich mexanizmlarini takomillashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu ish tikuvchilik sanoatida mahsulot sifatini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: tikuv mashinasi, ip tortgich mexanizmi, tikuv sifati, ip tarangligi, mexanik tizimlar, avtomatlashtirish, tikuv jarayoni, texnologik jarayon.

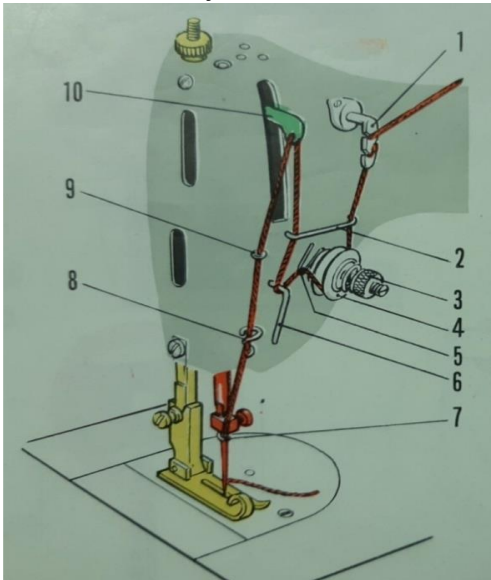
ASOSIY QISM

Ip tortgich mexanizmi bir baxya hosil bo'lishda sarf bo'ladigan ipni uzatish va chokni taranglash uchun xizmat qiladi. Ip tortgich mexanizmlar odatda igna mexanizmlari bilan bitta kinematik zanjirda ishlatiladi. Shuning uchun ularni alohida ko'rib bo'lmaydi. Igna mexanizmi bunday xollarda odatdagi krivoship – shatun mexanizmi bo'lib hisoblanadi va uning shatuniga sharnir, barmoqcha va boshqa detallar yordamida ip tortgich mexanizmi o'rnatiladi, harakatni doimo igna mexanizmidan oladi, xamda alohida sozlanmaydi. Past tezlikli tikuv mashinalarida asosan kulachokli ip tortgichlar qo'llaniladi. O'rtacha tezlikli (bosh val ning aylanishlar soni 3500–4000 ayl/min.gacha) tikuv mashinalarida sharnirli-sterjenli, mokisining aylanish o'qi vertikal tekislikda joylashgan ikki ignali tikuv mashinalarida kulisali, yuqori tezlikli tikuv mashinalarida (5000 ayl/min. va undan yuqori) aylanuvchan ip tortgichlar qo'llanilgan. Aylanma harakatli ip tortgichlar dinamik muvozanatlanganligi sababli ish jarayonida maxsus moylash tizimini talab qilmaydi. Barcha turdagi tikuv mashinalarida ip tortgich mexanizmlariga yuqorigi ip tarangligini moslash qurilmasi o'rnatiladi, u orqali ip tarangligini moslanadi. Agar bu qurilma orqali ip tarangligi normallashtirilmasa olinayotgan chok tarangligi va sifati pasayib ketadi. Qurilma shpilkaga o'rnatilgan prujina, ikkita tarelkacha, gaykadan iborat bo'lib, shpilka mashina korpusiga ip uzatish harakat yo'liga o'rnatiladi. Shpilka ichiga kichik o'qcha o'rnatilgan bo'lib, u lapka – tepki mexanizmi richagi bilan erkin bog'langan. Igna quloqchasiga ip taqish jarayonida ip quloqchaga borguncha uni tarelkachalar orasidan yarim aylantirilib o'tqaziladi va ip tortgich

quloqchasiga taqiladi. Ip tarangligi gaykani burash orqali sozlanadi, agar gayka (3) ni soat strelkasi bo'yicha bursalsa ip tarangligi oshadi. Tikilayotgan materialni lapka - tepki ostidan olishda yuqorigi ip tarangligini pasaytirish kerak, agar taranglik pasaytirilmasa materialni olishda ignaga qo'shimcha yuklanish tushadi, bu yuklanish ipni tikilayotgan material bilan birgalikda bo'ylama – ishchiga qarab harakatlantirilishi natijasida xosil bo'ladi. Bu yuklanish ignani bukilishiga, sinishiga sabab bo'ladi. Igna ipini tarangligini kamaytirish uchun shpilkani ikkinchi uchiga o'rnatilgan kichik o'qchaga tepaga ko'tarilayotgan lapka - tepki richagi ta'sir qiladi va o'qni ishchiga nisbatan harakatlantiradi, natijada prujina siljib tarelkachalarga bo'lgan bosim kamayadi va igna ipiga ta'sir qilayotgan bo'ylama yuklanish kamaytiriladi.



Kulisali ip tortgich mexanizmi (224 - kl PMZ). 1-krivoship; 2-shatun; 3-barmoqcha; 4- vtulka; 5- ip tortgich richag va quloqchasi; 6- sharnir; 7- sterjen.



Mashinaga ip taqish ko'rinishi. 1- yo'naltirgich; 2- ip yo'naltiruvchi; 3- gayka; 4- shayba; 5-kompensatsiyalovchi prujina; 6- ip yo'naltiruvchi burchaklik; 7- yo'naltirgich; 8- ip yo'naltiruvchi; 9- ip yo'naltiruvchi; 10- ip tortgich quloqchasi.

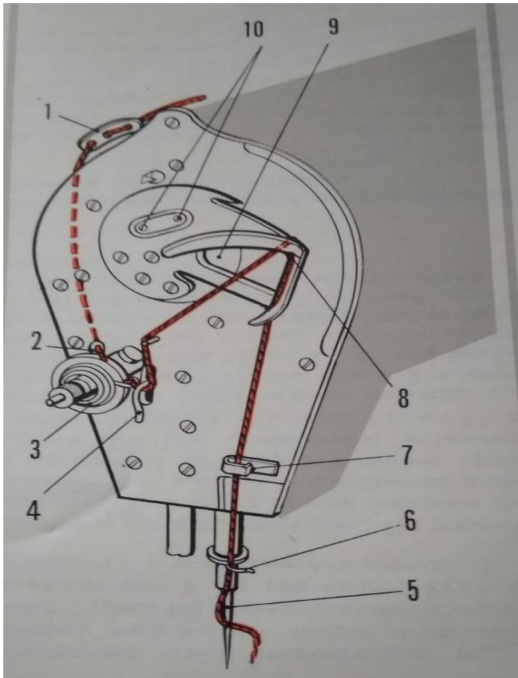
202 - kl PMZ va 224 - kl PMZ tikuv mashinalari ip tortgich mexanizmi: Bu tipdagi ip tortgich mexanizmlar asosan ikki ignali hozirgi zamon mashinalarida ishlatiladi, lekin bu mashinalar bosh vallari aylanishi sonlari 4000 ayl/minut dan ko'p bo'lmasligi kerak. Kulisali ip tortgich mexanizmlar qo'llaniladigan mashinalar yordamida qalin matolar, bir necha qavat qilingan materiallarni mokili baxya qator chok orqali birlashtiriladi. 202 - kl PMZ va 224 - kl PMZ tikuv mashinalarida kulisali ip tortgich mexanizmlari ishlatiladi. Igna mexanizmi shatun (2) ning ikkinchi tomoniga vtulka (4) o'rnatilgan bo'lib unga sterjen (7) kiydiriladi, xamda sterjen (7) uchun vtulka harakatlantiruvchi detal bo'lib xizmat qiladi. Krivoship aylanma harakat qilganda shatun va uning vtulkasi (4) aylanma harakat qiladi, sterjen shatun vtulkasi bilan birga aylanma harakat qiladi. Sterjen vtulka ichiga erkin o'rnatilgani uchun aylanish davrida sharnir (6) hisobiga tebranma harakat qiladi va ip tortgich vazifasini bajaradi. Sterjen (7) vtulka (4) juftligi kulisani hosil qiladi (sterjen – kulisa toshi; vtulka - kulisa), shuning uchun bu turdagi mexanizmlar kulisali mexanizmlar deb yuritiladi.

Tikuv mashinalariga ip taqish ma'sulyatli jarayon hisoblanadi va uning to'g'ri bajarilganligi mashina ish unumdorligi, olinayotgan baxya – chok sifatiga ta'sir qiladi. Tikuv mashinaga igna o'rnatishda maxsus yo'riqnomaga e'tibor qilish, igna kolbasidagi o'yiqchasi igna ushlagich ichki devoriga to'liq joylanishi va vint yordamida mahkamlanishi kerak, ipni taqishda ignaning katta o'yiqchasi – kanalchasi tomonidan taqiladi.

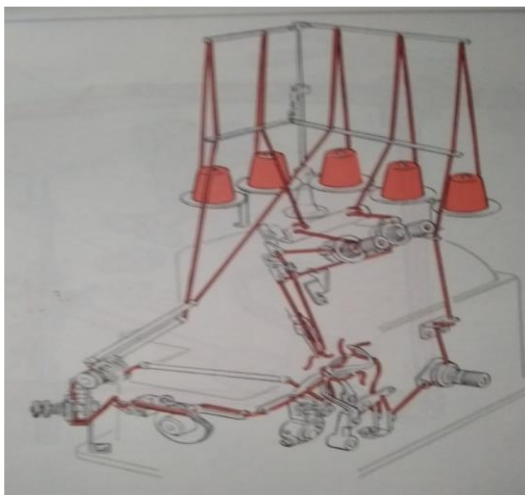
Fazoviy aylanma harakat qiluvchi ip tortgich mexanizmlarida ip taqish ko'rinishi quyida 97 - kl OZLM tikuv mashinasi va uning bazasida yaratilgan tikuv mashinalarida fazoviy aylanma harakat qiluvchi ip tortgich mexanizmlari ishlatiladi, uning ko'rinishi sodda, plastinkasimon materialga mexanik ishlov berilib, yahlit holda tayyorlangan. Mashina bosh valining ikkinchi uchiga dastlab krivoship, maxsus disk o'rnatiladi, diskga ip tortgich uchta vint orqali mahkamlanadi. 97 - kl OZLM tikuv mashinasi va uning bazasida yaratilgan tikuv mashinalarida fazoviy aylanma harakat qiluvchi ip tortgich

mexanizmlari ishlatilganligi uchun ularning igna mexanizmlarida kalta igna yuritgich ishlatiladi va ular ish davomida bir – birlariga xalaqit berishmaydi. Yuqorida aytilganday barcha turdagi tikuv mashinalarida ip tarangligini moslovchi qurilmalar ishlatiladi va ularning soni baxya-chok xosil

qilishda ishtirok etadigan iplar soniga teng bo'лади, faqat mokili tikuv mashinalarida ipi uchun ip tarangligini moslovchi qurilmalar ishlatilmaydi. Moki komplektiga kiruvchi qismlardan naycha solinadigan korpusning tashqi yuzasida maxsus plastinka va vint yordamida pastki ip tarangligi moslanadi va u odatda juda kam sozlanadi.



97 - kl OZLM tikuv mashinasi fazoviy aylanma harakat qiluvchi ip tortgich mexanizmiga ip taqish ko'rinishi. 1-ip yo'naltirgich; 2- prujina; 3- ip tarangligini moslash qurilmasi; 4- ip yo'naltiruvchi sterjen; 5- ignaning ip taqiladigan quloqchasi 6- ip yo'naltirgich; 7- ip yo'naltirgich; 8- ip tortgichning kulachogi; 9- ip tortgich; 10- mahkamlovchi vintlar.



MO - 367 VT tikuv mashinasi ip tortgich mexanizmiga ip taqish ko'rinishi.

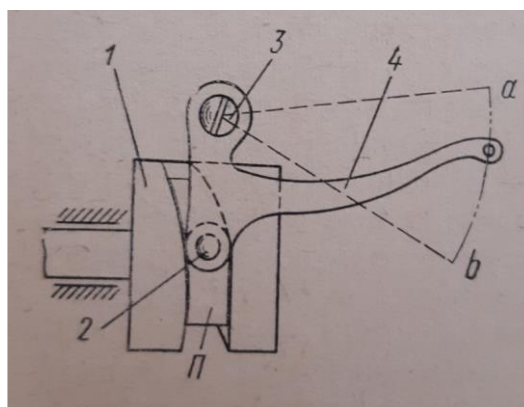
XULOSA

Mazkur maqolada tikuv mashinalarida qo'llaniladigan ip tortish mexanizmlarining konstruksiyasi va ishlash prinsiplari atroflicha tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ip tarangligini to'g'ri sozlash tikuv sifatini ta'minlashda hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Mexanizmlarning noto'g'ri ishlashi yoki sozlanishidagi kamchiliklar tikuvda nuqsonlar paydo bo'lishiga, ip uzilishiga hamda mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi.

MO - 367 VT tikuv mashinasi ip tortgich mexanizmiga bir vaqtda beshta ip taqiladi. Iplarning ikkitasi ignaga, uchasi chalishtirgichga taqiladi. Ignalarga ip taqishda ikkita ip tarangligini moslovchi qurilmalar ishlatiladi va ular mashina korpusi yuqori qismiga joylashgan. Chalishtirgichlar uchun esa uchta ip tarangligini moslovchi qurilmalar ishlatiladi va ular mashina platformasi ostiga joylashtirilgan.

Kulachokli ip tortgich mexanizmi boshqa ko'rinishdagi ip tortgich mexanizmlarga nisbatan sodda va bosh val aylanish tezligi 1200 ayl/min bo'lgan past tezlik, og'ir sharoitda ishlovchi mashinalarda ishlatiladi. Kulachok (1) bir vaqtning o'zida igna mexanizmiga xam harakat beradi, shuning uchun ular ikkalasi bir – biriga bog'liq holda ishlaydi. Ip tortgich richagi (4) ning ikkita tebranish markazi bo'lib, ulardan biri qo'zg'almas sharnir orqali mashina korpusiga ikkinchisi esa barmoqcha (2) orqali kulachok korpusidagi maxsus paz (2) sharnirli birlashtirilgan. Kulachok aylanma harakat qilganda pazning notekis xolati bo'yicha barmoqcha sirpanib, o'q (3) ga nisbatan tebranma harakat qiladi va richag (4) quloqchasi a-b aylana kesimi traektoriyasi bo'yicha harakat qiladi.

Richagli ip tortgich mexanizmlari barcha turdagi zanjirli chok xosil qiluvchi mashinalarda ishlatiladi va ular odatda richag va uni igna mexanizmi igna yuritgichi yoki biror boshqa detaliga o'rnatish uchun mo'ljallangan detallardan tashkil topadi. Ular odatda vint, xomut, kronshteyn kabi detallar bo'лади.



Kulachokli ip tortgich mexanizmi. 1- kulachok; 2- barmoqcha; 3- qo'zg'almas sharnir; 4- ip tortgich richagi.

Tahlil davomida an'anaviy mexanik ip tortish tizimlari bilan zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlar o'rtasidagi farqlar ham ko'rib chiqildi. Zamonaviy tizimlar yuqori aniqlikda ishlashi, inson omiliga bog'liqlikni kamaytirishi va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, ularning konstruksion murakkabligi va xizmat ko'rsatish xarajatlari ham hisobga olinishi zarur.

Adabiyotlar

- [1]. Orlov S.P. Mashina va mexanizmlar nazariyasi. Toshkent: O'qituvchi, 2012.
- [2]. Комиссаров А.И. Проектирование и расчет машин легкой промышленности. Москва: Машиностроение, 2002.
- [3]. Jumaniyazov Q.J. To'qimachilik va yengil sanoat mashinalari konstruksiyasi. Toshkent: Aloqachi, 2010.
- [4]. Xamidov A. Mashinasozlikda mexanizmlar dinamikasi tadqiqotlari. Toshkent: Noshir, 2015.
- [5]. Polvonov B.M. Tikuv mashinalarining texnologik sikllari va ularning samaradorligi. Farg'ona: FarPI, 2020.
- [6]. Рейбарх Л.Б. Расчет и конструирование машин швейного производства. Москва: Легкая индустрия, 1980.

**GAZSIMON SANOAT CHIQINDILARI CHANGINI USHLASH MUAMMOLARI VA
ULARNING YECHIMI**

X.M. Sadullayev, G.T. Abduraxmonova

Farg'ona davlat texnika universiteti,

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Kalit so'zlar: Sovutilgan klinker, tuyish, quritish, pishirish, aerosollar, changli gazlar, xo'l, quruq usullar, yirik va mayin zarrachalar.

Annotatsiya: Maqolada sement ishlab chiqarish korxonalaridan atmosferaga chiqadigan changli gazlarning xarakteristikallari, konsentratsiyalari, aerosollarning xossalari tahlil qilinib, ularning chang ushlash jarayonlari samaradorligiga ta'siri natijalari asosida yangi chang ushlash apparatlari yaratish bo'yicha olib borilayotgan ilmiy – tadqiqot ishlari natijalari bayon qilingan.

Ключевые слова: Охлажденные кlinker, измелчение, сushka, обжig, aerosoli, пылевые газы, мокрые, сухие методы, крупные и мелкие частицы.

Annotatsiya: V state analiziruyutsya xarakteristiki, konsentratsii i svoystva aerorozley пылевых газов, выбрасываемых в атмосферу цементными заводами, i opisyvayutsya rezultaty nauchno-issledovatel'skix rabot po sozdaniyu novyx пылеулавливающих аппаратов на основе результатов их влияния на эффективность пылеулавливающего процесса.

Kirish. Sement ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan barcha xom-ashyo materiallari (ohaktosh, tuproq, bo'r, mergel, trepel, tuf, shlak va b.) quritiladi, maydalanadi va ularning reaksiya yuzasini ko'paytirish maqsadida changsimon holatga kelgunicha tuyiladi. Tayyor bo'lgan xom-ashyo aralashmasini aylanuvchi pechlarda yuqori harorat ostida pishiriladi, keyin esa u sovutiladi.

Sovutilgan klinker gips va boshqa qo'shimchalar bilan birgalikda tegirmonlarda tuyilib sement olinadi.

Asosiy texnologik jarayonlarning (tuyish, quritish, pishirish) havo va issiq gaz oqimida amalga oshirilishi ishlab chiqarish jarayoni tezligini oshiradi, bu esa tegirmon, pech va boshqa agregatlar ish unumdorligining oshishiga olib keladi.

Lekin, bu jarayonlarda qatnashayotgan gazlar bilan xom-ashyo, shixta, yoqilg'i, yarimfabrikatlar va sementning o'ta mayda zarrachalarini atmosferaga olib chiqib ketiladigan chang miqdori hozirda qayta ishlashga yo'naltirilgan shixta massasining 20-25 % ga yetishi mumkin.

Bunday katta yo'qotishning oldini olish, atmosfera va atrof muhit ifloslanishiga yo'l qo'ymaslik maqsadida texnologik jarayonlarda hosil bo'ladigan aerosollar, changli gazlar va aspiratsion havo atmosferaga chiqarib yuborilishdan oldin maxsus chang ushlash apparatida tozalashni talab etadi.

Materiallar va metodlar. Chang ushlash apparatlarida ushlab qolinmagan, atmosferaga chiqib ketayotgan chang miqdori qayta ishlanayotgan massaning deyarli 2% ini tashkil etadi. Bu

chang 20 kmgacha masofaga yoyilib, atmosferani ifloslaydi, insonlar mehnat va yashash sharoitini yomonlashtiradi.

Shuningdek, sement sifatini va xossalarini yanada yaxshilash maqsadida xom-ashyo va klinker tuyish ko'rsatkichlarini takomillashtirish, o'ta mayin sement olishga intilish, mavjud sement korxonalarining quvvatini oshirish uchun ularni rekonstruksiya qilish, yangi texnologik liniyalar, korxonalar qurish ishlari natijasida o'ta mayin dispersli, cho'kishi qiyin bo'lgan chang ajralmalari xajmi ko'payib bormoqda.

Shu sababli ham sement ishlab chiqaruvchi korxonalar changlari bilan atrof-muhit ifloslanishi muammosi juda dolzarb vazifa bo'lib, u juda katta ijtimoiy-iqtisodiy ahamiyat kasb etadi.

Ishlab chiqarishni jadallashtirish, sement sifatini oshirish, korxonalar quvvatini ko'tarish ishlari zamonaviy, samarali chang ushlar qurilmalarini joriy etish bilan birga amalga oshirilishi mazkur muammoni hal etish yo'llaridan biridir.

Sement ishlab chiqarishda ishlatiladigan xom-ashyo, yoqilg'i va qo'shimchalarning, texnologik jarayonlarning va jihozlarning xilma-xilligi (xo'l, quruq usullar) turli fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan aerozollar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Ushbu aerozollarni quyidagi guruxlarga bo'lish mumkin:

1. Xom-ashyo materiallarini maydalash va transportlash jarayonida hosil bo'lgan aerozollar atrof-muhitga xos bo'lgan namlik va harorat sharoitida o'ta yuqori dispersligi (5mkm dan kichik o'lchamdagi fraksiyalar 31% gacha) bilan xarakterlanadi; ularda chang konsentratsiyasi yuqori satxda 0.3 g/m^3 , pastki qatlamda esa $5 \div 13 \text{ g/m}^3$ ga yetadi.
2. Xom-ashyo va qo'shimchalar uchun quritish barabanlari aerozollari yirik va mayin zarrachalarga ega bo'lib, ularning harorati $65 \div 150 \text{ }^\circ\text{S}$ ni, shudring nuqtasi $42 \div 62 \text{ }^\circ\text{S}$ ni tashkil etadi.
3. Xom-ashyo tegirmonlari aerozollari, ular mayin fraksiyalar (5mkm dan kam o'lchamli zarrachalar miqdori 65% gacha) miqdori ko'pligi bilan xarakterlanadi. Shudring nuqtasi harorati esa $35 \div 50 \text{ }^\circ\text{S}$.
4. Ho'l usulda ishlovchi aylanma pechlarning ko'p dispersli aerozollari, ular namligi yuqoriligi (shudring nuqtasi harorati $58 \div 75 \text{ }^\circ\text{S}$), gaz harorati $350 \div 400 \text{ }^\circ\text{S}$ gacha va 5mkm dan kam o'lchamli zarrachalar ulushi 50% gacha bo'lishi bilan xarakterlanadi. Bunda qisqa pechlar aerozollari uzun pechlar aerozollariga nisbatan yirik changli aerozollar ko'pligi bilan ajralib turadi.
5. Konveyer kalsinatorli aylanuvchi pechlarning ko'p dispersli aerozollari – namlik xajmi kam (shudring nuqtasi harorati $32 \div 48 \text{ }^\circ\text{S}$), changli gaz harorati $210 \text{ }^\circ\text{S}$ gacha bo'lib ularda 5mkm dan kam o'lchamli zarrachalar miqdori 20% gachani tashkil etadi.
6. Quruq usulda ishlovchi aylanma pechlarning aerozollari yuqori dispersligi (o'lchami 5mkmdan kichik bo'lgan zarrachalar miqdori 75% gacha), namlik xajmi (shudring nuqtasi harorati $29 \div 44 \text{ }^\circ\text{S}$) pastligi va harorati yuqoriligi ($380 \text{ }^\circ\text{S}$ gacha) bilan xarakterlanadi.
7. Klinker sovutgichlarning yirik dispersli (o'lchami 20 mkm gacha bo'lgan zarrachalar ulushi 80% gacha) aerozollari namlik xajmi pastligi (shudring nuqtasi $30 \text{ }^\circ\text{S}$ atrofida) hamda harorati yuqoriligi bilan xarakterlanadi.
8. Sement tegirmonlari aerozollari (o'lchami 5mkm dan kichik bo'lgan zarrachalar ulushi 40% gacha) harorati $90 \div 170 \text{ }^\circ\text{S}$, namlik xajmi (shudring nuqtasi $22 \div 60 \text{ }^\circ\text{S}$) tuyilayotgan shixta xossasiga ko'ra katta oraliqda o'zgaruvchan bo'ladi.

Natijalar va ularning tahlili . Sement ishlab chiqarishi aerozollari xossalarining tavsifi quyidagi jadvallarda keltirilmoqda:

Sement ishlab chiqarishi aerostollari xossalari xarakteristikasi

Texnologig jixozlar	Gaz-havo multining parametrlari					Kimyoviy tarkibi, %				Changning dispers tarkibi, %, mkm			
	1kg mahsulotga a m ³ dagi haimi	Harorat, °S	Shudring nuqtasi harorati, °S	Konsentra tsiyasi, g/m ³	SO ₂	SO	S ₂	< 5	5÷10	noya.20	>20		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Ichiga zanjir osilgan uzun aylanuvchi pech Sirkonni issiqlik	3,5-6,8	170-385	58-75	10-66	20-21	0,2-1	1,8-3,1	17-50	10-44	15-39	18-65		
almashtirgichi aylanuvchi	2,5-3,3	190-380	29-44	16-60	20,8	2,1	4,7	51-75	12-36	3-27	2-7		
Klinker svutgich	1,2-29	90-290	-	4-36				2-5	4-8	10-15	72-84		
Ochiq siklli sement tegirmoni	0,2-0,5	70-170	22-26	55-660				10-39	2-23	13-40	2-8		
Separatorli sement tegirmoni	0,5-0,7	65-90	30-42	545-850				18-40	6-35	20-54	4-6		
Ochiq siklli xom-ashyo tegirmoni	0,2-0,7	80-100	35-50	120-450				-	43-59	15-24	17-42		
Separatorli xom-ashyo tegirmoni	0,8-1,4	50-150	35-55	400-500				-	32-74	8-14	6-12		
Oxaktosh maydalovchi, jahli maydalagich	0,25-0,3	22	-	3,5-15				12,4	21,4	21,8	44,4		

Sement ishlab chiqarishi aerolarning qattiq fazasi xossalari xarakteristikasi

Texnologig jixozlar	Aerolning kimyoviy tarkibi								Xajmiy og'irligi, kg/m ³	Zichligi kg/m ³	Tabiiy og'ish burchagi, grad.
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ho'l usulda ishlovchi uzun pechlar	11,8-15,7	2,5-3,6	2,1-3,8	30,5-48,2	0,6-1,9	2,6-14,5	0,2-5,9	1,7-9,3	400-1000	2450-3010	35-52
Quruq usulda ishlovchi pechlar	13,23-13,28	2,2-2,25	4,3-4,4	41-41,9	1,77-1,9	0,6-2,2	0,1-0,3	0,2-0,7	410-580	2620	45-51
Klinker sovutgichlar	21-24	2-4	4-7	63-67	-	-	-	1,5-3	980-1340	3060-3470	33-41
Ochiq siklli sement tegirmoni	20,1-20,8	4,2-4,9	4,8-4,95	62,2-63,3	1-1,9	0,43-0,48	0,4-0,7	1,3-9,5	500-1020	2850-3170	40-48
Yopiq siklli sement tegirmoni	26,5-28,8	4-4,8	4,1-5,3	49-57,1	1,3-1,6	0,3-0,7	0,13-0,18	1,5-3,8	530-1330	2850-3170	40-46
Ochiq siklli xom-ashyo tegirmoni	10,3-12,1	1,9-2,3	3,9-4,4	44-49,2	1,5-1,56	0,3-0,7	0,21-0,25	0,2-0,32	750-1010	2570-2750	44-46
Separatorli xom-ashyo tegirmoni	11,9-15,6	1,3-2,5	3-4,5	41,29	1,3-1,5	0,6-0,8	0,2-0,5	0,3-0,4	600-1020	2660-2790	45-46
Jag'li maydalagich	1,96	0,32	0,53	49,05	4,42	0,25	0,15	-	900-1000	2700-2790	41-46

Sement ishlab chiqarish texnologik jarayonlarida hosil bo'ladigan changli gazlar xajmi va changlanganlik darajasining taxlili ularning texnologik jihatdan zarur bo'lgan qiymatlariga taqqoslab amalga oshirilishi mumkin.

Shu nuqtai nazardan qaraganda, O'zbekiston Respublikasidagi 4 ta yirik sement ishlab chiqaruvchi korxonalar (Quvasoy, Bekobod, Ohangaron va Navoiy sement korxonalari) va keyingi yillar davomida qurilib ishga tushirilgan 40 ga yaqin quruq usulda ishlovchi kichik sement zavodlari tomonidan atrof-muhitga chiqarilayotgan gazsimon chiqindilar bir-biridan farqlanishi kuzatiladi.

Jumladan, Bekobod va Quvasoy sement korxonalarida texnologik normalar bo'yicha 1kt klinkerga 3.5-3.8 m³ gaz va havo xajmi ko'zda tutilgan bo'lsa, amalda bu ko'rsatkich 5.7-6.8 m³ ni tashkil etadi. Navoiy sement korxonasida esa norma bo'yicha 1kt klinkerga 1.5-1.6 m³ changli gaz va havo chiqishi o'rniga amalda bu ko'rsatkich 3.3-4.4 m³ni tashkil qilmoqda. Ya'ni, atrof-muhitga chiqarilayotgan gaz va havo miqdori me'yordan ancha ortiq. Xuddi shunday holat tuyish tegirmonlariga ham taalluqli.

Bu jihozlarda me'yoriy 0.2 kg/kt 0.35 kt/kg o'rniga 1kg sementga ochiq siklda 0.5m³/kg, yopiq siklda esa 0.7m³/kg ni tashkil etmoqda.

Ko'plab sement korxonalarida chiqayotgan changli gazlar va aspiratsiya havosi miqdori me'yordan ortiq.

Xulosalar. Bunday holat aylanuvchi pech va tegirmonlardan chiqayotgan gazlar tezligining oshishi, chang ushlash apparatlariga chiqayotgan changlar xajmining ko'payishiga sabab bo'lmoqda. Natijada chang ushlagichlarda tezlik oshib, chang ushlash samaradorligi kamaymoqda va atmosferaga chiqib ketayotgan chang miqdorini oshmoqda. Bu esa o'z navbatida sement korxonalari aerozollarining xossalari chuqurroq o'rganish, chang ushlovchi apparatlar tanlashga tanqidiy ravishda yondashish, turli apparatlarda chang ushlash samaradorligini oshirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish zarurligini ko'rsatadi.

Farg'ona politexnika institutining "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasida yuqorida bayon etilgan muammolar yechimini topish, yuqori samaradorlikka ega bo'lgan chang ushlash apparatlarining yangi konsruksiyalarini yaratish ustida ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu izlanishlar Farg'ona viloyatidagi sanoat korxonalari ehtiyojlari asosida amalga oshirilib, bugungi kungacha barabanli zarb-inersion hamda skrubberli sirkulyatsion chang ushlash apparatlarining yangi konstruksiyalari yaratilib, ishlab chiqarishga joriy etilmoqda.

Adabiyotlar

- [1]. X.M. Sadullayev, "Atrof – muhitni muhofazalovchi texnika", darslik, Farg'ona, "Klassik"- 2023, 184 b.
- [2]. Ф.Г. Банит, А.Д. Малгин, Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов. Москва, Стройиздат 2015
- [3]. M.N. Musayev. Sanoat chiqindilarini rekuperatsiya qilish asoslari. Darslik Toshkent 2013 yil.

ВЫБОР РЕЖИМА СОЗДАНИЯ РЕГУЛЯРНОГО УЗОРА НА ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОЙ ДЕТАЛИ СТАЛЬНЫМ ШАРИКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Т. Тураев, студентка группы 15-24 ММ С. Юсупова

Ферганский государственный технический университет

E-mail: tirkashturayev@gmail.com (+998 93 484 20 44),

syusupova458@gmail.com

(Получена 16.04.2026 г.)

Аннотация. В данной работе рассмотрен процесс формирования регулярного узора на поверхности плоской детали методом поверхностного пластического деформирования стальным шариковым инструментом. Изучено влияние основных технологических параметров обработки, таких как усилие прижатия, подача инструмента и диаметр шарика, на геометрические

характеристики формируемой текстуры. Выполнен анализ закономерностей образования регулярного микрорельефа и его влияния на эксплуатационные свойства поверхности. По результатам исследования определены рациональные режимы обработки, обеспечивающие получение равномерного узора с заданными параметрами шага и глубины отпечатков. Полученные данные могут быть использованы при проектировании технологических процессов отделочно-упрочняющей обработки деталей машин.

Ключевые слова: *регулярных узор; плоский деталь, подача инструмента, микрорельеф, глубина отпечатки.*

Процесс формирования регулярного микрорельефа методом поверхностного пластического деформирования основан на воздействии на поверхность детали инструмента, имеющего более высокую твёрдость, чем обрабатываемый материал. При перемещении шарикового инструмента под действием внешнего усилия в поверхностном слое возникают напряжения, превышающие предел текучести материала. В результате происходит пластическая деформация поверхностных слоёв металла и образование отпечатков определённой формы и размеров.

В отличие от методов обработки резанием, при ППД отсутствует процесс стружкообразования, что обеспечивает сохранение целостности поверхностного слоя и способствует повышению его эксплуатационных характеристик. В процессе деформирования происходит перераспределение металла в зоне контакта, сглаживание микронеровностей и образование остаточных напряжений сжатия. Наличие таких напряжений благоприятно влияет на сопротивление усталостному разрушению и повышает долговечность деталей, работающих при циклических нагрузках.

Геометрические параметры регулярного узора зависят от сочетания технологических режимов обработки. Наибольшее влияние на размеры отпечатков оказывает усилие прижатия шарика. При увеличении усилия возрастает площадь контакта инструмента с поверхностью, что приводит к увеличению глубины и диаметра отпечатка. Однако чрезмерное увеличение нагрузки может вызвать нежелательное искажение формы элементов узора и снижение качества поверхности.

Важным параметром является подача инструмента. Она определяет расстояние между соседними дорожками деформирования и, следовательно, шаг формируемого узора. При малых значениях подачи отпечатки частично перекрываются, образуя более плотную структуру поверхности. При увеличении подачи расстояние между элементами узора возрастает, а степень перекрытия уменьшается. Выбор подачи зависит от назначения детали и требуемых эксплуатационных характеристик поверхности.

Скорость перемещения инструмента также оказывает влияние на процесс обработки. При чрезмерно высокой скорости возможно ухудшение стабильности контакта между шариком и поверхностью детали, что приводит к неравномерности получаемого узора. Поэтому при практическом применении метода скорость выбирают с учётом материала детали, величины усилия деформирования и требуемого качества поверхности.

Диаметр шарика определяет размеры контактной зоны и характер распределения напряжений в поверхностном слое. Использование шариков большего диаметра способствует формированию более плавного рельефа с меньшей глубиной отдельных отпечатков при одинаковом усилии. Шарики малого диаметра позволяют получать более выраженную текстуру и локализованное воздействие на поверхность.

Для оценки качества сформированного регулярного узора выполняют измерение его основных параметров: шага между дорожками, глубины отпечатков, ширины деформированных зон и равномерности расположения элементов текстуры. Исследование поверхности обычно проводят с использованием оптического микроскопа, который позволяет наблюдать структуру узора при значительном увеличении и выполнять необходимые измерения.

Полученные в ходе эксперимента данные позволяют установить взаимосвязь между режимами ППД и параметрами сформированной поверхности. Анализ результатов даёт

возможность определить рациональные условия обработки, обеспечивающие получение равномерного регулярного узора с заданными геометрическими характеристиками и требуемыми эксплуатационными свойствами детали.

Регулярный узор формируется за счет последовательных проходов шарикового инструмента по поверхности детали с заданной подачей. В зависимости от траектории движения инструмента различают: линейный узор (параллельные дорожки); перекрестный узор (при повторной обработке по углом); сетчатый (яченстый) узор.

Основными параметрами процесса ППД относятся:

- усилия прижатия шара P , Н;
- подача шарового инструмента S , мм;
- скорость перемещения инструмента V , мм/с;
- диаметр шара D , мм;
- число проходов k ;
- механические свойства материала детали σ_T .

Шаг узора между соседними дорожками определяется подачей:

$$t = St = S$$

где t — шаг регулярного узора, мм.

При перекрёстной обработке под углом рис.1 эффективный шаг ячеек определяется геометрией пересечения траекторий.

Глубина пластического вдавливания шара может быть оценена по инженерной зависимости:

$$h \approx 3P / (2\pi \cdot R \cdot \sigma_T)$$

где:

h — глубина отпечатка, мм;

P — усилие прижатия, Н;

$R = D/2$ — радиус шара, мм;

σ_T — предел текучести материала, МПа.

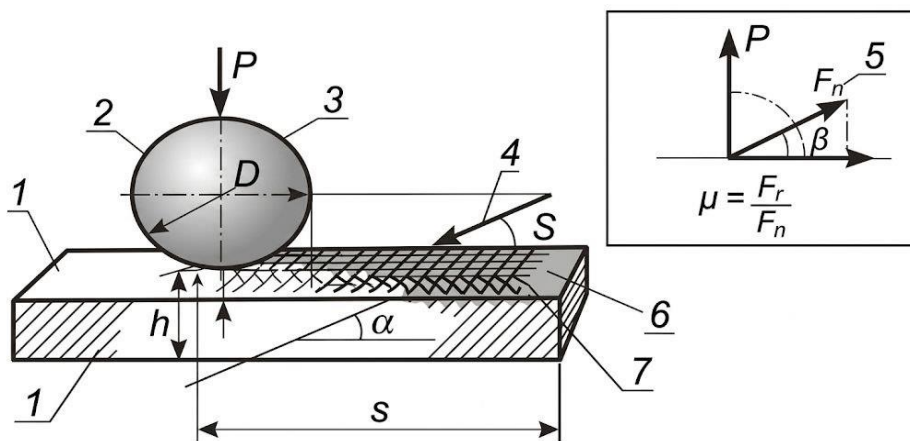


Рисунок 1. Схема формирования регулярного узора на плоской детали: 1- плоская деталь (лист или пластина); 2 - стальной шариковый инструмент; 3 - направление перемещения инструмента; 4 - подача S ; 5 - усилие прижатия P ; 6 - зона пластической деформации; 7 - элементы регулярного узора.

Схема выполняется в виде поперечного сечения с указанием глубины отпечатка и шага узора.

Для закрепления заготовки используются машинные тиски или специальное приспособление, обеспечивающее её надёжную фиксацию на столе станка. Измерение и контроль приложенного усилия выполняются с помощью динамометра, что позволяет обеспечить требуемые условия обработки. Исследование полученной поверхности проводится на оптическом микроскопе МИМ-2 для оценки качества обработки и

определения геометрических параметров отпечатка. Результаты измерений заносятся в таблицу и используются для последующего анализа процесса обработки материала.

Работа выполняется в следующем порядке, т.е.,

1. Закрепить плоскую заготовку на столе станка.
2. Установить шариковый инструмент и задать усилие прижатия.
3. Назначить режимы обработки
4. Выполнить обработку поверхности одним проходом.
5. При необходимости выполнить повторную обработку под заданным углом.
6. Исследовать геометрию регулярного узора.
7. Занести результаты измерений в таблицу.

Таблица результатов

№	P, Н	S, мм	V, мм /с	h, мм	Характер узора
1	500	0,11	62	0,04	Винтообразный возрастающим углублением канавкой узоров
2	600	0,11	79	0,048	
3	800	0,11	98	0,064	

Выводы

При постоянном шаге $S=0,11$ мм увеличение нагрузки P с 500 до 800 Н приводит к росту скорости V с 62 до 98 мм/с и увеличению глубины канавки h с 0,040 до 0,064 мм. Во всех опытах формируется винтообразный узор с возрастающим углублением канавки. При повышении нагрузки наблюдается увеличение глубины и выраженности узора, что свидетельствует о прямой зависимости параметра h от нагрузки и скорости процесса.

Установлено, что увеличение усилия деформирования приводит к возрастанию глубины отпечатков и более выраженному рельефу поверхности. Изменение подачи инструмента оказывает существенное влияние на шаг регулярного узора и плотность расположения элементов текстуры. Наиболее равномерная структура поверхности формируется при оптимальном сочетании усилия деформирования и подачи инструмента. Анализ микроструктуры поверхности показал хорошую повторяемость элементов узора по всей обработанной площади. Полученные результаты подтверждают возможность эффективного управления параметрами поверхностного слоя за счет выбора рациональных режимов ППД.

Список литературы:

- [1]. Turaevich T. T., Anvarxodjaevich B. Y., Mirodilovich M. B. Choosing the Optimal Processing Method to Improve the Productivity of Machine Tools and Machine Systems //International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding. – 2021. – Т. 8. – №. 5. – С. 490-494.
- [2]. Тураев Т. Т., Батиров Я. А., Мадаминов Б. М. Повышение эффективности разделения листовых материалов за счет снижения времени приработки инструмента //Universum: технические науки. – 2021. – №. 3-1 (84). – С. 70-73.
- [3]. Turayev T. T., Akramov M. M. Mashina detallariga ishlov berishnig oqilona usulini tanlash mulohazalari //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – Т. 2. – №. 2. – С. 864-870.
- [4]. 4.Turaevich T. T. Different Features of Ball Knurling Tools //Eurasian Scientific Herald. – 2022. – Т. 8. – С. 12-16.
- [5]. 5. Тураев Т.Т. Машинасозликда прогрессив технологиялар. Фарғона: «ClassiC», 2022. 6 234. УДК 621.31
- [6]. 6. Тураев Т.Т. и др. Параметры и характеристики шероховатости поверхности //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – Т. 1. – №. 11. – С. 124-132.
- [7]. Turaevich TT, Mirodilovich MB. Physical Foundations Structural-Formation, Surface Layer Of Parts. The American Journal of Engineering and Technology. 2020;2(09):71-6.

A.M. Umarov

*Andijan State Technical Institute**E-mail: abdurahimumarov27@gmail.com**(Received on April 20 th, 2026)*

Abstract: *The basis of this topic is to Metallurgical processes in the formation of a cast weld structure differ significantly in their nature and kinetics from similar processes in large metallurgy, where they occur for a long time and reach an equilibrium state.*

Keywords: *welding, prosses, structure, metal, carbon dioxide, slag, electrode, welded structures.*

I. Introduction. Metallurgical processes in the formation of a cast weld structure differ significantly in their nature and kinetics from similar processes in large metallurgy, where they occur for a long time and reach an equilibrium state. Here are some distinctive features of the processes [1]:

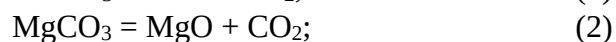
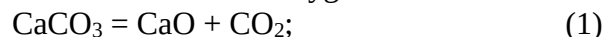
- a small mass of molten metal;
- short lifetime of the metal in the liquid state;
- high heating rate;
- a significant temperature difference in different parts of the welding bath;
- instantaneous flow of all stages of the metallurgical process (deoxidation, alloying, refining, etc.).

The above features accelerate the interaction reactions of all phases of the molten metal bath (gas, slag, and metal) due to the high temperature, the developed specific surface area of molten metal droplets, and the entry of new portions of unreacted substances into the reaction zone. However, due to the small volume and rapid cooling of the liquid metal, the ongoing reactions do not have time to complete and do not reach an equilibrium state. Moreover, in some cases, the phase interaction reactions can go in opposite directions.

Interaction of metal with the gas phase. The gas phase produced by manual arc welding consists mainly of a mixture of gases (oxygen, nitrogen, hydrogen, carbon dioxide and carbon monoxide) and water vapor. They are products of dissociation and decomposition of the gas-forming components that make up the coating, as well as components of air trapped in the arc region.

Also, vapors of base metal and alloying elements may be present in the gas phase in significant quantities.

Methodology. Effect of oxygen on the properties of the deposited metal. Sources of oxygen in the gas phase can be calcium and magnesium carbonates in the coating of the electrodes, which during dissociation form carbon dioxide, which in turn dissociates to form oxygen:

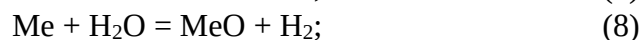
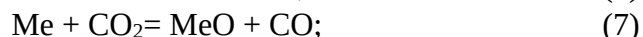


Also, oxygen is formed during the dissociation of water vapor by the reaction:



When oxygen molecules come into contact with the surface of molten metal droplets, it dissolves in iron. The solubility of oxygen in liquid iron at its melting point is 0.175% [2]. An increase in the temperature of liquid iron leads to an increase in solubility. And when the solubility limit is reached, oxygen oxidizes iron and alloying elements that have an increased affinity for it. Oxygen in the liquid metal of the droplets and welding bath is contained in various forms: both in the dissolved and in the chemically bound state in the form of particles of oxides and complex inclusions in the suspended state. Oxygen soluble in metal or oxygen activity determines the course of deoxidation, refining, and secondary oxidation processes, and affects the final composition of the weld metal, structure formation processes, and its properties [26].

Oxidation of iron and alloying elements is also possible in direct interaction with water vapor and carbon dioxide:



Part of the resulting oxides enters the slag, and part in the form of oxide dispersed inclusions, various in shape and size, remains in the weld metal. These nonmetallic inclusions, often located along grain boundaries, lead to a deterioration in the characteristics of the weld metal, a decrease in its strength and ductility, especially at subzero temperatures. Due to these reasons, it is necessary to reduce the oxygen content in the welding bath, for these purposes a special operation is used—deoxidation.

Modern electrode coatings contain a large number of simple oxides (more than six) and other components, and several double and triple diagrams are used to calculate the welding properties of slags. However, during welding, the conditions are non-equilibrium, and the calculation of the expected slag properties cannot be limited to the use of state diagrams alone. In the development of new compositions of electrode coatings, the main approach so far is direct experiment [3].

Removing slag from the surface of the formed weld is an important task. Poor separability of the slag crust reduces the productivity of welding operations and increases the likelihood of formation of exogenous non-metallic inclusions in the weld metal. Slag can be tightly retained on the weld surface if it contains compounds that form stable bonds with oxides located on the surface of the weld pool. Poor separability of the slag crust is usually associated with the formation of a chemical bond between the slag and the deposited metal through an intermediate layer of oxides on its surface. However, the presence of an intermediate layer does not always cause a strong adhesion of the metal to the slag. The intermediate layer can become a weak link in the metal — slag system, and this is why the bond breaks through the layer. Another process that causes the adhesion of the slag crust to the weld metal during welding is often considered to be epitaxial crystallization on the oxide film as on the substrate of slag phases that correspond to the principle of structural, orientation and dimensional correspondence with respect to the oxide film. In cases of unsatisfactory separability of the slag crust, the phase components in it do not correspond to the principle of structural, orientation and dimensional correspondence with respect to the most typical oxides formed on the surface of the weld metal. Conversely, with good separability, it is almost always possible to determine which phases in the slag crust correspond to the principle of structural, orientation, and dimensional correspondence [4].

The separability of the slag crust can be improved by changing the oxidation potential of the slag so as to exclude the formation of an intermediate layer of oxides or eliminate the epitaxial fusion of this layer with the seam surface. The peel separability may also depend on the solidification temperature of the slag and the difference between the temperature coefficients of linear expansion of the slag and the deposited metal. Changing the strength of the slag crust and improving its separability is possible due to a purposeful influence on the features of its micro- and macrostructure, in particular, due to the presence of phases prone to polymorphic transformations, which leads to self-scattering of slag [5].

In a pure form, the interaction of slag with metal occurs during electrosag welding. Electrosag welding differs from arc welding by the absence of a gas phase, a lower temperature in the melting zone, and an increase in the interaction time in the metal – slag system. In other welding processes, there is a triple interaction: metal-slag-gas. The electrode material is in constant contact with the liquid slag. This makes it possible to alloy and refine the weld metal through a slag bath. During the interaction of slag and metal, its deoxidation occurs if deoxidizing components are present in the coating, or oxidation occurs if the coating is acidic. In addition, the alloying

components react with the molten metal, giving it the necessary properties.

One of the important characteristics of slag is the interfacial tension at the metal-slag interface. It determines the formation of the outer surface of welds, and also affects the possibility of separating the slag crust from the deposited metal.

The latter also depends on the difference in the densities of slag and liquid metal. Thus, at a lower density of slag, it is more easily removed from the weld pool, and subsequently from the weld surface.

Thus, the slag phase is a multifunctional component of the welding system, and is one of the determining factors in the production of new alloys and coatings.

Deoxidation of deposited metal. Metal deoxidation during welding allows you to remove oxygen from the liquid metal, both dissolved and in the form of oxides in the weld metal. There are two mechanisms for removing oxygen from molten metal:

- precipitation deoxidation. To do this, deoxidizers are added to the coating, mainly ferroalloys with elements that have a greater affinity for oxygen than iron.
- diffusion deoxidation. The oxygen contained in the molten metal passes directly into the slag, bypassing intermediate reactions [6]. The possibility of such a transition is determined by the law of redistribution. It is established that for the formation of welds with a high level of viscosity indicators, it is necessary to observe a certain balance between the content of oxygen and deoxidizers in the weld metal[7].

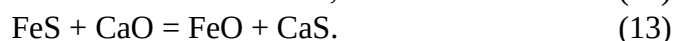
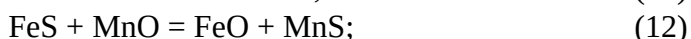
Carbon at relatively low temperatures (1540°C) is a relatively weak deoxidizer, but starting from 1850-1900°C [25], its deoxidizing capacity exceeds that of many elements. Therefore, carbon deoxidation occurs mainly in the drop and the head of the bath according to the reactions:



However, the resulting carbon monoxide is released into the atmosphere in a gaseous state, causing the weld pool to boil violently and forming pores in the seam. To obtain tight joints, the carbon deoxidation reaction should be "suppressed" by introducing other deoxidants into the weld pool [8].

During the crystallization of the weld and, accordingly, with a decrease in the temperature of the liquid metal, the deoxidizing ability of all deoxidizers increases.

To obtain a high-quality joint, the sulfur content must be reduced to a minimum. To this end, limit the sulfur content in all components of the welding electrodes, as well as in the base metal. Directly during the welding process, a special refining treatment of the melt is carried out, which consists in converting sulfur in the form of compounds insoluble in the base metal into slag [9].



The degree of harmful influence of segregating sulfur and phosphorus impurities on the low-temperature brittleness of the weld metal mainly depends not on their total content, but on the degree of phosphorus segregation in the grain structure of the weld metal, the size, shape, and distribution of sulfide inclusions.

Various methods of removing sulfur from liquid iron have been analyzed based on thermodynamic calculations. It is determined that it is most effective to do this using with a high sulfide capacity. Studies of the kinetics of the transition of sulfur from metal to slag have shown that during welding it is possible to create such conditions under which deep desulfurization of metal is possible even for a short period of time comparable to the duration of the existence of a welding bath.

The presence of phosphorus impurities in the electrode coatings has an effect similar to that of sulfur, that is, it increases the tendency of the deposited metal to form hot cracks. Unlike sulfur,

phosphorus not only forms low-melting iron phosphides Fe₂P, Fe₂P₃, and phosphide eutectic compounds, but also dissolves in iron and can be found in the weld metal in a dissolved form. The appearance of such inclusions leads to the formation of hot cracks. The higher the concentration of phosphorus and the lower its solubility in metal, the higher the possibility of their formation. Thus, the solubility of phosphorus in the austenite crystal lattice is lower than in the ferrite crystal lattice, which leads to an increase in the possibility of formation of hot cracks during welding of high-alloy steels [10]. Reducing the concentration of phosphorus is achieved by strict technical conditions for the content of this element in the components of welding materials, as well as by binding it during welding into slag complex compounds:



II. Results. Welding carbon and low-alloy steels, the technical conditions for the phosphorus content are not so strict, since the usual concentrations of phosphorus in this case do not cause the appearance of hot cracks.

The cold resistance of the weld metal is ensured if, at the operating temperature of the welded structures, the destruction occurs by a viscous mechanism, that is, by the growth and fusion of voids originating on non-metallic inclusions. The higher the distance between nonmetallic inclusions, the more energy-intensive the process of crack formation in the weld metal becomes.

III. Conclusions. Development of methods for ensuring the optimal size of inclusions, including aluminum and titanium in joints, and the optimal content of oxygen and deoxidizers; further study of the physicochemical structure of slag systems from the point of view of their influence on the formation of inclusion nuclei; further studies of the role of nanometric inclusions in the formation of the structure of welds [56]; development of metallurgical methods for binding sulfides. The addition of manganese and generally sulfur to these compounds, which differ sharply in lattice parameters from ferrite, is an urgent task.

References

- [1]. Brusnitsyn Yu.D., Baranov A.V., Kashchenko D.A., Dikarev V.V., Livshits I.M., Voronova O.V. Experience of using fused end metals for manufacturing welding electrodes. // *Welding World*. - 2008. - No. 3 (5). - P.27-31.
- [2]. Davydov, Yu.S. Forecasting the process of formation of a weld of variable composition based on modeling of metallurgical processes / Yu.S. Davydov, V.N. Boronenkov, A.M. Salamatov // *Automatic welding*. - 1992. - No. 7-8. - P. 23-26.
- [3]. Kalinnikov V. T., Nikolaev A. I., Brusnitsyn Yu. D. Prospects for the use of the mineral resource base of the Karelian-Kola region for the production of welding materials - electrodes and fluxes // *Material Science Issues*. 2006. No. 1 (45). P. 201-211.
- [4]. Kuznetsov M.A. Nanotechnology and nanomaterials in welding production (Review) / M.A. Kuznetsov, E.A. Zernin // *Welding production*. - 2010. - No. 12. - P. 23-26..
- [5]. Makarenko, V.D. Effect of carbon monoxide on metal transfer during welding with coated electrodes / V.D. Makarenko, N.N. Prokhorov, R.V. Paliy // *Welding production*. - 2003. - No. 7. - P. 7-10.

SOIL TILLAGE MACHINERY AND THEIR HIGH-WEAR COMPONENTS

K.Z. Kasimov, I.R. Makhmudov*, S.N. Mo'minov

Andijan State Technical Institute,
+998933649493; ORCID: 0000-0002-5968-959X

e-mail: kqosimov@gmail.ru,
ikhrorbek_tm2019@mail.ru, msaidabror1405@gmail.com

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the operating conditions for high-wear

parts of soil-cultivating machines currently widely used in Uzbekistan's agricultural sectors, the mechanical and abrasive impacts they encounter during operation, and the causes of premature component failure resulting from these factors. In particular, the intensive wear of working parts such as cultivators, ploughs, chisels, and harrows under the influence of solid mineral particles in the soil is highlighted, which negatively affects the productivity and technical-economic indicators of the machines. The article also presents modern technologies and methods used to extend the service life of high-wear parts. In particular, the advantages of using alloyed steels, surface thermal and chemical treatment, hard coating, plasma spraying, laser coating, and welding have been scientifically substantiated. In addition, the possibilities of increasing the wear resistance of the working parts by improving their structural design are considered. It is emphasized that the research results play an important role in increasing the service life of agricultural machinery parts, reducing maintenance costs, and ensuring energy efficiency.

Keywords: chisel-cultivator, blade, blade, working tool, chisel, knife, plough, dump, coating, heat treatment, laser.

1. Introduction. On a global scale, various designs of working bodies have been created at leading agricultural machinery manufacturing enterprises, based on the materials, structural parameters, and thermal processing modes of the working bodies. A number of leading companies from European countries and the United States of America have achieved certain successes in this field. Agricultural machinery from companies such as LEMKEN, Kverneland Group, John Deere, and Orthman can be seen in the markets of Uzbekistan. These agricultural machines are distinguished by high wear resistance and durability of their working parts; specifically, the service life of the plowshares ranges from 30 to 250 hectares. Nevertheless, the working parts of soil-cultivating machines (blades, chisels, disks, cultivator legs, etc.) are subjected to high abrasive, adhesive, and impact wear during operation. This condition is manifested in connection with the amount of sand, clay, and abrasive particles in the soil composition, moisture levels, operating speed, and the mechanical and physicochemical properties of the working element material. As a result, a change in the geometric shape of the working parts, a decrease in cutting capacity, an increase in energy consumption, and a decrease in machine productivity and service life are observed [1].

Furthermore, in agricultural production, soil cultivation processes are considered one of the most important agrotechnical measures that determine crop yields. Machines used for these processes operate under high mechanical loads, abrasive environments, and variable operating conditions. As a result, certain working parts and structural elements of machines are prone to rapid wear, which reduces their service life and increases operational costs [2,3].

According to their design and functional purpose, soil-cultivating machines are divided into plows, disc harrows, cultivators, milling cutters, and chisel-ploughs (Fig. 1). Since the working parts of these machines interact directly with the soil, their wear is primarily caused by an abrasive mechanism [4].



Figure 1. Machines for primary soil cultivation.

a) plow; b) disc harrow; c) chisel cultivator; d) milling cutter; e) chisel ploughs;

Plows are designed for plowing soil by turning it over, and their main wear-resistant parts are the plowshare (knife), the ploughshare (turner), the chisel (bottom part), and the lower elements of the housing. The working elements of the chisel cultivator shown in Figure 1, d, are shown in Figure 2.

In particular, the bit and the plow part are exposed to high pressure and friction because they are the first to collide with the soil. Research indicates that in sandy and gravelly soils, the rate of leather wear increases by 1.5–2 times [5].

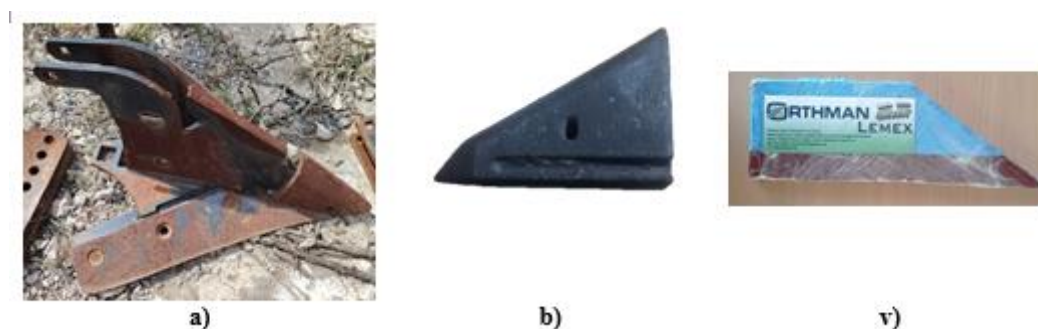


Figure 2. Main working parts of the Orthman 8375 chisel cultivator a - main working part of the chisel cultivator; b - chisel; c - plowshare;

Disc harrows are used in soil crushing and leveling processes. The disks, which are their main working organ, are in constant contact with solid soil particles during their rotation. As a result, thinning of the disk edges, distortion of its geometric shape, and failure of bearing assemblies are observed [6]. It is noted in scientific literature that disk wear is directly dependent on the machining depth and machine speed [7].

Cultivators and milling cutters are primarily used for surface and inter-row machining, and their teeth and blades are among the most worn-out parts. The rotating blades of milling cutters operate under complex loads: they are subject not only to abrasive wear but also to impact and fatigue wear [8]. Therefore, the matrix and heat treatment technology of these parts are of decisive importance for their long-term service life [9].

The mechanical composition, moisture content, soil salinity, machine speed, and the amount of load can be identified as the main factors for the wear of the fast-wearing parts of the aforementioned machines. The process of abrasive wear is particularly acute in sandy and saline soils characteristic of Central Asian conditions [10].

2. Methods for increasing wear resistance. In recent years, alloyed steels, hardening coatings, and plasma and laser coating technologies have been widely used to increase the service life of high-wear parts. Additionally, methods such as optimizing the material composition of soil-cultivating machine working parts to increase their resistance to abrasive wear, forming a fine-grained heterogeneous structure through thermal treatment of their structure, welding wear-resistant materials onto cutting blades, and optimizing the design of their cutting blades to reduce the resistance force generated in the working parts are widely used in agriculture. Scientific research has confirmed that these methods significantly increase the hardness and wear resistance of the parts' surfaces [11; 12].

3. Research results and materials. Analysis of current research shows that when studying the material composition of working parts produced by certain firms leading in the manufacture and supply of working parts for soil-cultivating machines, such as Rabewerk, Lemken (Germany), Kverneland (Norway), Huard (France), and Case (USA), the presence of elements containing chromium, manganese, and silicon was scientifically and theoretically studied and confirmed.

Consequently, it is necessary to implement this element specifically in the working parts of agricultural machinery under the conditions of Uzbekistan, specifically the high-wear part of the Orthman-8375 chisel cultivator used for seasonal inter-row cultivation of cotton.

According to G. Ulugov, boron is introduced into high-manganese steel to improve its structure, reduce non-metallic impurities, reduce the grinding of austenite grains, eliminate dendritic structure, and improve the mechanical and operational properties of castings [13].

According to S.N. Fedoseev, the introduction of boron into steel in an amount of 0.002–0.004% leads to an increase in the number of fine-dispersed nitride and carbonitride particles that

are difficult to dissolve in the crystallization centers. As a result, the austenite grains are crushed in the casting [14]. Boron also has a positive effect on the process of de-oxygenating the composition of the alloy. Fig. 2.11).

Furthermore, almost all alloying elements, with the exception of cobalt, increase the stability of supercooled austenite, reduce the critical quenching rate, and increase the quenchability of the steel. During the doping process, elements such as Mo, Mn, Cr, Si, Ni, V, and microadditives B in amounts of 0.002–0.005% are typically used. The combined introduction of several doping elements increases hardening even more effectively; specifically, Cr–Mo, Cr–Ni, or Cr–Ni–Mo are widely used together. Under complex doping conditions, high mechanical properties can be ensured even in sections of various sizes. Therefore, it is shown that complex-doped steels are used as an effective material in the manufacture of large parts with complex geometry [15].

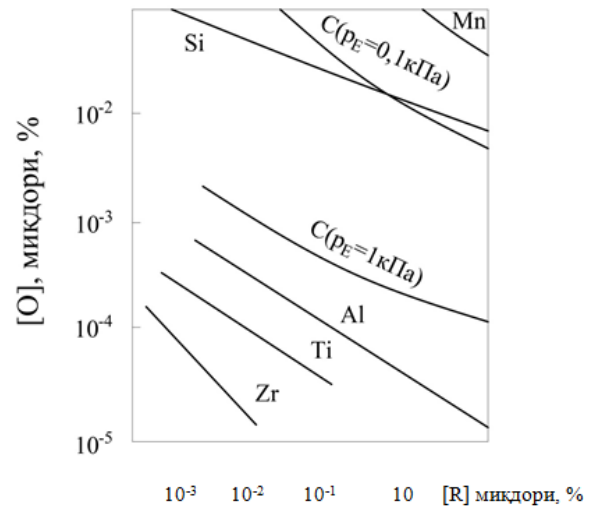


Fig. 2.11. Oxygen purification properties of [R] elements at 1600°C

4. Conclusion. Analysis of the aforementioned data shows that in recent years, the issue of increasing the service life of high-wear parts has been effectively resolved based on a comprehensive approach. In particular, the use of alloyed steels, the application of hardening coatings, and the introduction of plasma and laser coating technologies allow for the creation of a high-hardness and wear-resistant layer on the surface of parts. At the same time, improving the material composition of the working parts of soil-cultivating machines and forming a fine-grained heterogeneous structure through thermal treatment is an important factor in increasing their resistance to abrasive wear.

Furthermore, it is possible to reduce the resistance forces arising during the working process by welding wear-resistant materials onto cutting blades and optimizing the design of the working elements. As a result, the combined use of these technological and structural solutions improves the mechanical and operational properties of the surface of the parts, ensuring a significant increase in their service life.

Thus, the research results scientifically substantiate the high efficiency of using modern materials and innovative technologies to increase the reliability of agricultural machinery working parts.

5. Gratitude. I express my gratitude to the teachers and colleagues who provided their generous suggestions and recommendations in obtaining the results presented in this article and in preparing the article.

References

- [1]. Fedoseev S.N. Gadfield Steel Modification Experiment // Collection of Works of the XX International Scientific and Practical Conference "Modern Technology and Technology. Section 6. Materials Science. - Тошкент, 2014. Vol. 2. PP. 115-16.
- [2]. Materials Science: Textbook for Higher Education Institutions / B.N. Arzamasov, V.I. Makarova, G.G. Mukhin, et al.; Edited by B.N. Arzamasova and G.G. Mukhina. – 8th ed., stereotype. - M.: MGTU named after N.E. Bauman, 2008. - 648 p.: il.
- [3]. Saidov I.R., Abrasive wear of plow working parts // Agricultural Engineering. – 2018. - No. 4. – P. 22-27.
- [4]. Khamidov B.B., Influence of movement speed on the wear of drill bits // Agroengineering. - 2020. - No. 2. – P. 34–38.
- [5]. Sharipov R.A., Working parts of milling cultivators. - Тошкент, 2016.
- [6]. Kuznetsov S.V., Thermal treatment of wear-resistant steels. – M.: Metallurgy, 2009.
- [7]. Rakhimov U.Sh., Wear and tear of agricultural machinery in saline soils. - Тошкент, 2017.
- [8]. Davis J.R. Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance. – ASM International, 2001.

- [9]. Hutchings I.M., Shipway P. Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2017.
- [10]. Ulugov G. Improving the efficiency of processing cast parts of ore crushers by improving the structure of castings. Doctor of Philosophy dissertation in technical sciences. - Тошкент, 2021. P. 120.
- [11]. Karimjon Q. et al. The results of abrasive wear tests under laboratory conditions of chisel-cultivator ploughshares with increased durability, produced by casting from wear-resistant local raw materials //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 4. – №. 8 (125). – С. 64-68.
- [12]. Davidboev, B., Mirzakhanov, Y., Makhmudov, I., & Davidboeva, N. (2020). Research of lateral assembly of the belt in flat-belt transmissions and transport mechanisms. International Journal of Scientific and Technology Research, 9(1), 3666-3669.

UDK 621.01

DYNAMIC BEHAVIOR ANALYSIS OF A MACHINE UNIT DESIGNED FOR CLEANING COTTON FROM SMALL IMPURITIES

T.I. Nizomov

Andijon davlat texnika instituti
Email. temurbeknizomov@gmail.com,
Tel: +998937818141
([Qabul qilindi 20.04.2026 y.](#))

Abstract: *In the article recommendation done piles curve has been with a drum cotton small from impurities cleaner should be conducted mechanism including dynamic and mathematical models of the machine assembly given . Pile headset and drive shaft angle speeds and screw driver of moments change laws received Speeds in this and screw driver moment vibration coverage work to the product , to the rubber bushing and moment of inertia to change dependency graphics build them analytical on the basis of the machine unit Peg headset parameters and work modes recommendation values determined .*

Key words: *Cotton, lint contamination, drum, inclined grid, electric motor, rotor, machine unit, operational law, loading, technological resistance, torque, angular velocity, humidity, purity, dissipation, cleaning efficiency.*

Introduction.

1. The cleaning unit of the cotton gin includes supply rollers, four pile drums arranged in a row in the body, mesh surfaces under them and an auger hopper. The piles of the drum with input piles are bent by the radius R_1 from 60 to 80 mm along the direction of rotation of the drums. The bending radius of each drum pile is made 15% larger than the bending radius of the previous drum pile.

The proposed structural scheme of the cleaning unit from small impurities of the cotton cleaning unit is shown in Fig. 1. Cleaner body 1, supply rollers 2, drums with piles 3,4,5,6, mesh surfaces 12 under them, curved piles 7,8,9,10, drums 3,4,5,6 in rows along the axis, rotating sequentially set to match. At the bottom of the cleaner there is an auger 11 for removing impurities.

The cleaner works in the following order. The piled drums 3, 4, 5, 6 are dragged by the curved piles 7, 8, 9, 10 through the mesh surfaces 12 through the rollers 2 providing the cotton raw material. In this case, the separated impurities fall through the mesh surface 12 holes. The cotton that falls on the first drum 3 is sufficiently shredded. For hanging it, pegs 7 will have the smallest radius of curvature. The radius of curvature of the piles 8 of the second drum 4 is 15% larger than that of the first drum. The same procedure was also carried out in drums 5, 6 and 9, 10. In this case, the pieces of cotton falling on the last 6 drums will be sufficiently shredded. Therefore, the radii of curvature of its 10 piles were taken as maximum. In this case, the cleaning efficiency will be high and the seed damage will be reduced.

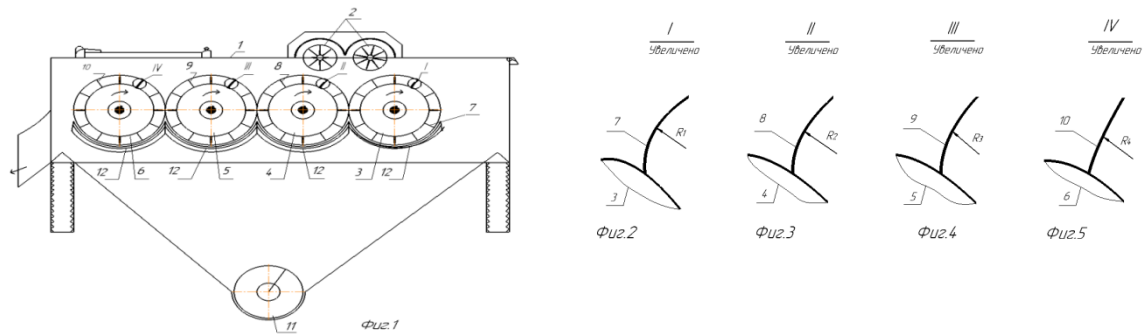


Figure. 1. (No. IAP 07541) Recommended pile drum schemes.

2. Materials, methods, and object of study. Currently cotton small from impurities cleaner piled up drums movement asynchronous electricity drivers and strap transmissions through done is increased. The pile drum is stable in this movement laws strap extension singularity dissipative features and cotton technological resistance in consideration machine unit system according to account The scheme is shown in Fig.2 . [1,2].

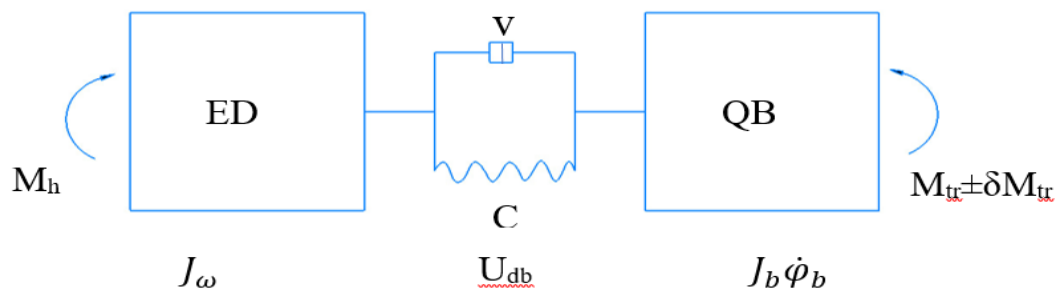


Figure. 2 Dynamic model of the dust collector machine unit.

Suitable respectively duster machine ag regatta mathematical model Using Lagrange's 2nd order equations i received Asynchronous in this electricity mechanical static characteristics of the driver through account received , with tape extension singularity and di ssi pativ co e f f itients through in consideration received [3,4]:

$$M_{\text{ю}} = \frac{2(1+\Sigma)M_k}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} + 2\Sigma}; \quad \Sigma = \frac{1}{\sqrt{r^2 + r_u^2}}; \quad S = \frac{\phi_0 - \phi_H}{\phi_0};$$

$$S_k = \left(\frac{M_k}{M_H} + \sqrt{\left(\frac{M_k}{M_H} \right)^2 + 1} \right) \cdot \frac{\dot{\phi}_0 - \dot{\phi}_H}{\dot{\phi}_0} \quad (1)$$

Here: $M_{\text{ю}}$, M_H , M_k - driving torque on the shaft of an asynchronous electric drive, its nominal and critical values; S , S_k - slip coefficient of the electric conductor and its critical_value; $\dot{\phi}_N$, $\dot{\phi}_0$ - angular speeds of the driver rotor in nominal and ideal mode; r , r_u -active and inductive resistances in short circuit.

Cleaning machine unit movement expressive dif fi ren ts ial equations system [5,6,7]

$$J_{yu} \ddot{\phi}_{yu} = M_{\text{ю}} - b(\dot{\phi}_{yu} - U_{yub} * \dot{\phi}_b) - c(\phi_{yu} - U_{yub} * \phi_b);$$

$$J_b \ddot{\phi}_b = U_{\text{юб}} [b(\dot{\phi}_{yu} - U_{yub} * \dot{\phi}_b) + c(\phi_{yu} - U_{yub} * \phi_b) - (M_0 + M_1 \sin \omega t \pm \delta M_0)] \quad (2)$$

Results and discussions.

1. The values of the initial parameters of the main parameters [8,9], asynchronous electric drive $N=2.2\text{kW}$, $n=45\text{rpm}$ $f_c=50\text{ Hz}$ $\varphi_c=0.86$; $\omega_0=157\text{c}^{-1}$ $\eta=0.835$

$\omega_n=98.91\text{c}^{-1}$; $S_N=0.054$; $S_k^1=0.193$; $\pi=2$;

$n_k=440\text{ rpm}$ $U_{\text{юк}}=1.0$; $J_{\text{ю}}=0.028\text{ MM}^2$;

$J_k=0.192\text{MM}^2$; $C=(300\div 400)\text{Nm/rad}$;

$\bar{\omega}=(2.4\div 2.8) \text{ Nm/rad}$; $M_{TK}=24.5+1.5 \sin \omega t \pm \delta M_{TK}$ the values of angular velocities and torques of the screw driver on the shaft of the pile drum and its first electric drive shaft are given.

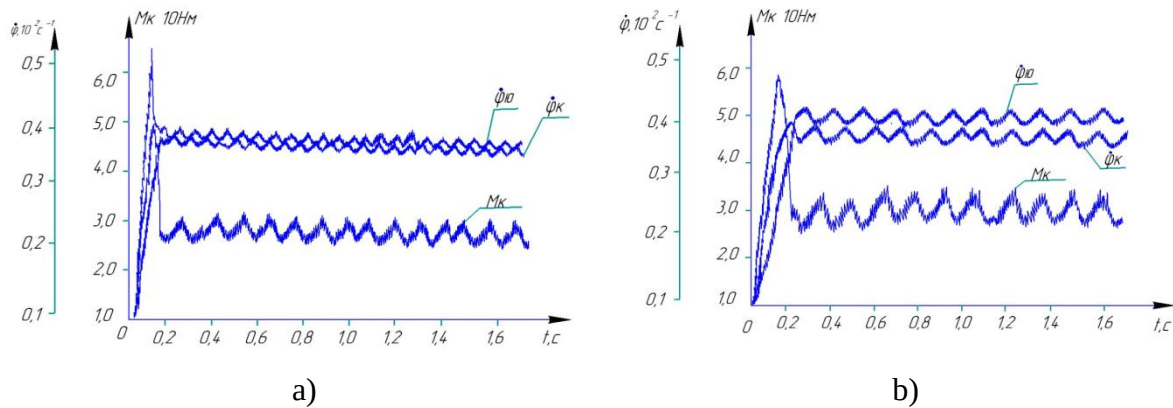


Figure. 3. Patterns of change of angular velocities and torques of a piled drum shaft piled gear.
 $a=M_{TQ}=(28.57+1.6 S_k \omega \pm 0.22) \text{ Nm}$ $b=M_{TQ}=(40+2.6 S_k \omega \pm 0.41) \text{ Nm}$.

According to the analysis of the obtained laws, the driving shaft and pile set of the cotton cleaner from small impurities oscillate with certain frequencies and amplitudes around the average values of the angular speeds and torques of the screwdriver. [10,11] it can be seen from the obtained results that the random constituent effect is also changed by the law of motion. Angular velocities corresponding to the increase in values of $\dot{\phi}_{yu}$ productivity, i.e. technological resistance moment $M_{TK} \dot{\phi}_q$. The mutual spatial displacement of the rubber bladder varies depending on the coefficient of friction.

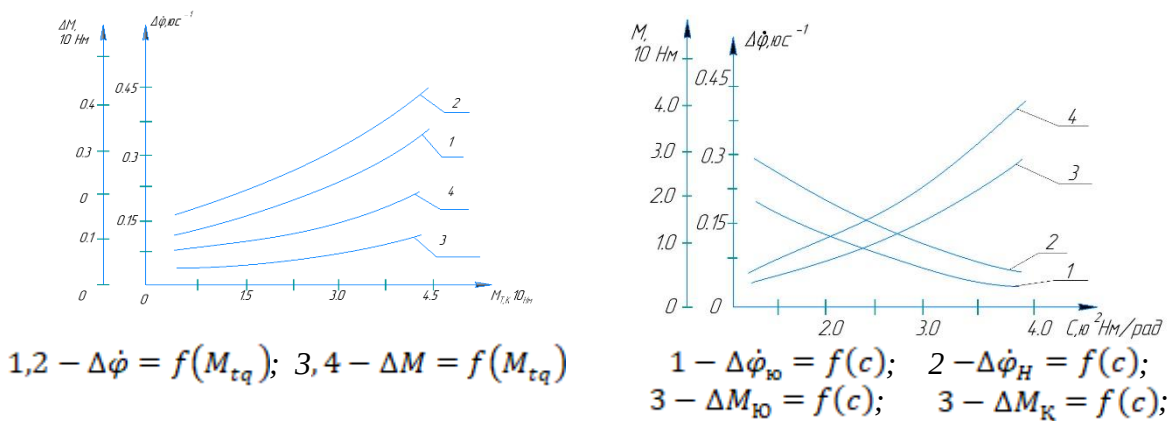


Figure. 4 shows graphs of angular velocities and torques of the piled drum drive shaft and piled gear as a function of technological resistance and shows graphs of dependence of angular velocities, vibration ranges, and torques of the recommended cleaning pile drum drive shaft and pile gasket on the coefficient of rotation of the drum rubber bushing.

1.3 – The actuator is on the shaft; 2.4 – a set with a pile.

When the constructed graphs are analyzed connections, when the technological resistance of cotton M_{TK} increases from 12 N/m to 45 N/m, the values of the angular velocity of the piled gasket increase from 1.72 C^{-1} to 4.5 C^{-1} in the nonlinear connection, and $\Delta \dot{\phi}_{yo}$ and its values increase from 1.37 C^{-1} to 3.52 C^{-1} in a non-linear manner. It should be emphasized that the angular velocity of the piled gasket is smaller than the angular velocity of the drive shaft by about $(2.1\div 2.4) \text{ C}^{-1}$, the main reason for this is due to the dissipativeness in the rubber bladder, certain energy is absorbed. [12.13.14], respectively, when the range of torsional torque on the drive shaft increases from 0.63N/m to 1.5 N/m, the values of ΔM_q increase from 1.1N/m to 2.45N/m. That is, the torque range of the bolted gasket is higher because the resistance is directly applied to the bolted gasket. It should be emphasized that $\Delta \dot{\phi}_k$. If the value is too large, it can increase the damage to the fiber seed by

increasing the pulse power, therefore, based on the results of experimental studies, it is desirable to have the technological resistance $M_{\text{тг}} \leq (35 \pm 38) \text{ N/m}$ to ensure that it is in the range of $\Delta \dot{\phi}_k \leq (2.2 \pm 2.4) \text{ C}^{-1}$ is appropriate.

Composed drum rubber bushing with curved pegs based on the equations circular bikrlrik coefficient values $_{150\text{Nm/rad}}$ to 400Nm/rad $\Delta \dot{\phi}_k$ values decreased from 3.74 C^{-1} to 0.86 C^{-1} , respectively $\Delta \dot{\phi}_{\text{ю}}$ values only decrease from 0.09 C^{-1} to 0.58 C^{-1} . That's why for rotating rubber bushing uniqueness increase with loading increases. Because to the system relatively resistance, that is rubber bush rotation deformation k require more power does In this M_k values from 3.8 N m to 42 N m if increases in nonlinear bonding $M_{\text{ю}}$ values from 2.1 N /m to 29.8 N /m increased goes So cotton small from impurities cleaner piled up headset corner speed vibration coverage defined values provide for content curve peg drum rubber bushing circulation corner coefficient values in the range $(320 \div 350) \text{ N m/rad}$ to be to the goal is appropriate.



Figure 5. Recommended Curved Pile Drum View.

It is rubbery bushing brand 7IRP-13-46 from rubber preparation recommendation will be done.

It is known rotary worker organs movement speed one in the plane to be provide for their moments of inertia values is increased. But spend it power increases.

Results of comparative production tests.

A pilot copy of the recommended cotton cleaner was prepared and comparative production tests were conducted. The test results are given in the table. Construction view is shown in figure 5.

Table 1

Demonstrators.	Line 2 of the current UXK unit	Line 1 of the newly modernized UXK unit
Incoming cotton raw material.		
Moisture.	8,5 %	8,5 %
The amount of pollution is massive.	3,0	3,0
Refined raw cotton material.		
Moisture.	8,5 %	8,3 %
The amount of pollution is massive.	0,57	0,40
Car cleaning efficiency.	82%	89,2%
Mechanical damage of the seed.	1,35 %	1,28 %

As a result of the conducted experiments, when the drum structure with curved piles recommended for cleaning cotton was used in the cotton ginning enterprise of Andijan region "Vodiy Sanoat Fahri" LLC, compared to the existing structure, the moisture content of cleaned cotton decreased by 0.17%, and the mechanical breakdown of seed decreased by 0.07%. and it was determined that the cleaning efficiency increased by 7.2%.

A number of recommendations are given based on the results of the research. [15,16,17,18,19,20].

Conclusion

Cotton small from the dirty ones of the cleaner curve with a pile rubbery bushing drums Recommended construction done. Pile drum walking mechanism including dynamic analysis of the

machine assembly based on peg drum and drive shaft laws and downloads determined . Results analytical based on peg set a and parameters of the rubber bushing recommendation values determined.

References

- [1]. A. Djuraev, K. Yuldashev, O. Teshaboev. T. Nizomov "Cotton cleaning unit cleaning unit" invention patent. No. IAP 07541.
- [2]. Anvar Djurayev; Kozimjon Yuldashev; Temurbek Nizomov "Dynamic analysis of the machine unit for cleaning cotton from small pollutions" AIP Conf. Proc. 3265, 070016 (2025)
- [3]. Anvar Djurayev, Kozimjon Yuldashev, Shukhratjon Daliyev, and Temurbek Nizomov " Results of theoretical research of curved pile drums for cleaning cotton from small impurities " E3S Web of Conferences 431 , 01058 (2023)
- [4]. A. Djurayev, K. Yuldashev, Sh . Daliyev, T. Nizomov " Results of calculating the values of the radius of curvature of the curved pile of the drum cleaning cotton from small impurities " Scientific Journal of Mechanics and Technology. Namangan 2023. 31b.
- [5]. A. Djurayev. Modeling the dynamics of machine units of cotton processing machines. Ed. "Fan." Tashkent 1984, 123 p.
- [6]. Djurayev A., Jumaniyozov K., Rakhmatullinov F.F. analysis of calculation pressing force of raw cotton to the surface of dielectric drum separators. European science review, Vienna. 2016, №1-2, 155-157 p.
- [7]. Djurayev A., Baubekov S.D. Transient processes in machines. Textbook, Publishing House TIBU, Taraz, Kazakhstan 2014. P 231.
- [8]. Vade V.L. Dynamics of machine units. L: "Mechanical engineering". 1969. From 368.
- [9]. Djurayev A., Davidboev B. Improving the designs of working parts and mechanisms of cotton gins. Fargana. 1994. 144 b.
- [10]. Djurayev A. Dynamics of working mechanisms of cotton processing machines. Tashkent. Fan. 1987. From 188.
- [11]. Djurayev A. Rotary mechanisms of technological machines with variable gear ratios. Tashkent. Mekhnat 1990.
- [12]. Djurayev A., Maksudov R.Kh., Shukhratov Sh.Sh. Analysis of the uneven movement of mechanisms driving technological machines in the cotton industry. Ed. "Science and Technology" Tashkent. C 148.
- [13]. Djurayev A., Akhmadhujaev Kh.T, Bobomatov A.Kh. Improving designs and developing methods for calculating the working parts of cotton cleaners for removing small debris. Ed. "Namangan" Namangan 2016. P 126.
- [14]. A. Djurayev., Turdaliev V, Maksudova R. Kinematic and dynamic analysis of belt drives with variable gear ratios. Publishing house "Science and Technology" Tashkent 2013. P. 160.
- [15]. Kholturaev H.P., Djurayev A., Movlonov O., Mirakhmedov J. Effective new design of the drum cleaner "I/O modernization, technical and technical re-equipment innovations, energy-efficient methods and non-traditional solutions" Res. Abstracts of scientific and technical conference reports. Fergana, May 30-31, 2008.
- [16]. Djurayev A., Olimov K.T., Abrorov A.S. Anvarov O.M. Dynamics of vibrating working parts of cotton-cheese cleaners. Ed. "Fan" Tashkent. 2003. From 191.
- [17]. A. Djuraev. K. Yuldashev. Sh.Khudaykulov T.Nizomov "Mathematical modeling of the movement of a piece of cotton on the surface of the curved piles of the drum of the cotton cleaner from small impurities". Scientific Journal of Mechanics and Technology. Namangan 2023.
- [18]. Anvar Djurayev, Kozimjon Yuldashev, Shukhratjon Daliyev, Temurbek Nizomov. "Analysis of the results of the theoretical studies of the pile drum cleaning cotton from small impurities". Andijan Institute of Mechanical Engineering International scientific-practical conference on the topic "Modern mechanical engineering and engineering education problems". June 8, 2023
- [19]. A. Djurayev, Sh . Daliyev, T. Nizomov. "Analysis of the natural frequency of oscillations of the drum of the Cotton Cleaner from small debris." Fergana Polytechnic Institute is holding an international scientific and technical conference on "Textile and light industry-2023, innovative technologies and solutions to current problems in textile and light industry". April 26-27, 2023.
- [20]. A. Djuraev. K. Yuldashev. T.Nizomov. "Cotton cleaner from fine impurities drum calculation scheme with a curved pile". International scientific and practical conference on "Improving the technology of cotton cleaning, textile and light industry" October 20-21, 2023
- [21]. A. Djurayev. K. Yuldashev. T. Nizomov "Determining the parameters of the radius of curvature of the curved pile of the drum of the cotton cleaner from small impurities". International scientific and practical conference on "Improving the technology of cotton cleaning, textile and light industry" October 20-21, 2023.

**IMPROVEMENT OF GEOECOLOGICAL MONITORING OF MINERAL
FERTILIZER PRODUCTION FACILITIES BASED ON GIS AND REMOTE SENSING
TECHNOLOGIES**

M.A. Abdukadirova^{1*}, V.U. Otakuziyeva^{2*}, M.I. Khusanova³, U.I. Ismailov⁴

¹Fergana State Technical University

²Kokand State Technical University

³Samarkand State Institute of Architecture and Construction

⁴Kokand State Technical University

Corresponding author,

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract: *This article discusses the issues of integrating GIS (geoinformation systems) and remote sensing technologies in improving geoecological monitoring of mineral fertilizer production enterprises. During the study, the capabilities of modern digital technologies in monitoring the ecological state of atmospheric air, soil and water resources in industrial areas were analyzed. Based on GIS platforms and satellite data, ecological hazard zones were mapped and pollution dynamics were assessed. The results showed that the integration of GIS and remote sensing technologies significantly increases the efficiency of ecological monitoring.*

Keywords: *GIS, remote sensing, geoecological monitoring, mineral fertilizer, environmental risk, industrial enterprise, environmental monitoring, satellite data.*

Introduction: Today, as a result of the acceleration of industrialization processes worldwide, environmental problems, especially pollution of atmospheric air, soil and water resources, are becoming one of the most pressing issues at the global level. Mineral fertilizer production enterprises are among the industrial facilities with a high level of environmental hazard. During the processing of phosphorite and other mineral raw materials at these enterprises, dust, ammonia, fluorine compounds and sulfur oxides are released into the atmospheric air. Untreated industrial wastewater causes chemical pollution of soil and groundwater [1]. Ensuring environmental safety and reducing the negative impact of industrial enterprises on the environment are identified as one of the priority areas of state policy in the Republic of Uzbekistan. In particular, the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-5863 dated October 30, 2019 approved the “Concept of Environmental Protection of the Republic of Uzbekistan for the Period Until 2030” and set the tasks of digitizing environmental monitoring systems and introducing modern GIS technologies [2]. Also, the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PQ-153 of March 2, 2022, noted the widespread introduction of geoinformation systems, remote sensing, and automated monitoring technologies in water management and environmental monitoring systems as an important task [3]. These resolutions are aimed at increasing the efficiency of environmental monitoring in industrial areas, rational use of natural resources, and reducing environmental risks.

When conducting environmental monitoring at mineral fertilizer production enterprises, traditional laboratory methods in some cases do not allow for a quick and comprehensive assessment. Therefore, the use of GIS and remote sensing technologies is one of the modern scientific and practical directions of environmental monitoring. Geoinformation systems allow for the collection, storage, processing and spatial analysis of environmental data. Remote sensing technologies, in turn, create the opportunity to monitor environmental changes in real time using satellite images [4]. Today, large-scale studies are being conducted on monitoring the geoecological state of industrial areas based on ArcGIS, QGIS, ERDAS IMAGINE, as well as Sentinel and Landsat satellite data. These technologies are effective tools for identifying ecological hazard zones, mapping pollution levels, and conducting environmental forecasting [5]. The main goal of this study is to improve geoecological monitoring of mineral fertilizer production enterprises based on GIS and remote sensing technologies, to increase the efficiency of environmental monitoring, and to develop scientific and practical recommendations to identify ecological risk zones.

RESEARCH METHODS

This study used GIS technologies, remote sensing data, chemical laboratory analyses, and statistical processing methods to conduct geoecological monitoring.

The following scientific methods were used during the research:

- GIS-based spatial monitoring;
- remote sensing data analysis;
- ecological modeling;
- chemical laboratory analyses;
- statistical analysis methods.

GIS-based spatial monitoring. The study created a spatial database of industrial areas based on the ArcGIS and QGIS platforms. The locations of mineral fertilizer production plants, sources of atmospheric emissions, wastewater discharge points, and soil contamination zones were formed as GIS layers. Monitoring points were placed on the map using GPS coordinates and the territorial distribution of pollution indicators was spatially analyzed. Maps of ecological hazard zones were developed using interpolation methods.

Remote sensing data analysis. The study used Sentinel-2 and Landsat satellite images. Based on satellite data, environmental changes, soil degradation, and the state of water bodies in industrial areas were monitored.

Using remote sensing technologies:

- atmospheric dust level;
- vegetation cover change;
- soil degradation;
- Environmental indicators such as water pollution were assessed.

Chemical laboratory analyses. The chemical composition of atmospheric air, soil and water samples was analyzed in laboratory conditions. The study determined the pH environment, the amount of sulfates, nitrates, phosphates, and heavy metal ions such as Pb, Cd, Zn and Cu. Atomic absorption spectrometry, photometric and titrimetric methods were used to carry out chemical analyses.

Statistical analysis. The results were statistically processed and the relationship between environmental indicators was assessed using correlation and regression methods.

THE IMPORTANCE OF GIS AND REMOTE SENSING TECHNOLOGIES IN GEOECOLOGICAL MONITORING

Geoinformation systems are one of the most effective digital tools for environmental monitoring. GIS technologies allow for the territorial assessment of environmental processes in industrial areas, identification of ecological hazard zones, and visual analysis of monitoring results [6]. In particular, GIS technologies are increasingly important in monitoring the level of atmospheric air, wastewater, and soil pollution in mineral fertilizer production plants. With the help of these systems, the coordinates of pollution sources are determined and their territorial distribution is analyzed on the basis of digital maps. Remote sensing technologies provide environmental monitoring systems with fast and high-precision data. Based on satellite images, atmospheric air pollution, soil degradation, vegetation cover, and ecological indicators of water resources are regularly monitored. The possibility of remote monitoring of environmental changes occurring in mineral fertilizer production areas is expanding with the help of space observation systems such as Sentinel-2, Landsat-8, and MODIS [7]. In particular, the assessment of the ecological state of industrial areas based on the NDVI, NDWI and LST indices is of great scientific and practical importance. The integration of GIS and remote sensing technologies provides the following advantages. For example, real-time monitoring of ecological data, rapid identification of pollution sources, mapping of ecological hazard zones, expanding the possibilities of ecological forecasting, reducing monitoring costs, increasing the operability of ecological management systems, and creating the possibility of a comprehensive assessment of the geoecological situation in industrial areas. In addition, the integration of GIS and remote sensing technologies allows digitizing the results of ecological monitoring and forming an ecological database. This approach is

of great importance in predicting areas with a high level of ecological risk, preventing ecological emergencies, and increasing the level of ecological safety of industrial enterprises [8]. In this regard, the integration of geoinformation systems and remote sensing technologies into the geoecological monitoring system of mineral fertilizer production enterprises is one of the modern and promising areas of ecological management.

RESULTS AND ANALYSIS

Results and analysis In the process of the study, the ecological state of atmospheric air, soil and water bodies in the territories of mineral fertilizer production enterprises was comprehensively assessed based on GIS and remote sensing technologies. During the study, geoecological monitoring maps were developed using ArcGIS and QGIS programs, and the dynamics of ecological changes in industrial areas were analyzed based on satellite images. The results obtained showed that the integration of GIS technologies and remote sensing data significantly increases the accuracy, efficiency and scientific reliability of the environmental monitoring system. As a result of the analysis of the level of atmospheric air pollution, it was determined that the concentrations of nitrogen oxides, ammonia vapor and dust particles in areas close to enterprises are higher than the normative indicators. Spatial maps developed on the basis of GIS platforms showed that the main directions of pollution distribution are closely related to the wind regime and the location of industrial facilities. As a result of laboratory analysis of soil samples, an increase in the content of heavy metal ions, especially cadmium and lead, was observed in some areas. This confirms that the mineral fertilizer production processes have a significant impact on the geoecological situation. Based on the analysis of NDVI and LST indices based on remote sensing data, degradation of vegetation cover and an increase in land surface temperature were observed in areas close to industrial areas. In particular, the decrease in the vegetation index in areas close to production areas indicated a high level of ecological stress. According to the results of water body monitoring, it was determined that the concentration of nitrate and phosphate compounds was high at some wastewater discharge points.

The research results made it possible to identify the following scientific and practical advantages:

1. Environmental hazard zones of mineral fertilizer production enterprises were identified based on GIS maps;
2. The territorial distribution of atmospheric air, soil, and water resource pollution was assessed;
3. Dynamic monitoring of ecological changes was carried out based on satellite data;
4. The impact of heavy metals on soil and water resources was analyzed spatially;
5. The operational efficiency and accuracy of the geoecological monitoring system have been increased;
6. A digital GIS database has been created for environmental monitoring;
7. It has become possible to forecast areas with a high level of ecological risk;
8. Scientific and practical recommendations have been developed to improve the efficiency of environmental management at industrial enterprises.

The results obtained showed that the integration of GIS and remote sensing technologies serves as an effective scientific and methodological basis for improving the geoecological monitoring system at mineral fertilizer production enterprises.

Main environmental indicators in the territory of the mineral fertilizer production enterprise

Table 1

No.	Indicator	Standard	Determined value
1	pH environment	6.5–8.5	5.8
2	Sulfates	500 mg/l	720 mg/l
3	Nitrates	45 mg/l	63 mg/l
4	Cadmium (Cd)	0.01 mg/l	0.03 mg/l
5	Lead (Pb)	0.03 mg/l	0.08 mg/l

According to the results of the analysis, it was found that some environmental indicators exceed regulatory requirements. In particular, the high concentration of heavy metal ions and sulfates indicates an increased level of environmental risk. Based on the data obtained on GIS platforms, electronic maps of areas with high levels of pollution were developed. As a result of spatial analysis, it was observed that the environmental load is high in areas close to enterprises, and relatively decreases with distance.

DISCUSSION

Today, geoinformation systems (GIS) and remote sensing technologies are recognized as one of the most promising and effective areas of geoecological monitoring. These technologies allow for rapid collection, processing, storage, and spatial analysis of environmental data. In particular, the importance of GIS and remote sensing systems in the systematic monitoring of the state of atmospheric air, soil, and water resources at mineral fertilizer production enterprises is increasing. Modern geoinformation platforms serve to increase the accuracy and efficiency of monitoring processes by integrating environmental data into a single digital database.

The results of the study showed that ecological maps developed based on GIS technologies allow for accurate localization of pollution sources in industrial areas, modeling of ecological hazard zones, and assessment of the territorial spread of pollution. Remote sensing technologies, on the other hand, serve for remote monitoring of changes in the ecological state through satellite images. In particular, determining the state of vegetation, soil degradation, and thermal changes in industrial areas based on the NDVI, NDWI, and LST indices significantly increases the efficiency of ecological monitoring.

The integration of GIS and remote sensing technologies provides the following advantages:

1. increasing the efficiency of environmental monitoring;
2. modeling of environmental hazard zones;
3. real-time monitoring;
4. expanding environmental forecasting capabilities;
5. automation of environmental management systems;
6. formation of a digital database of environmental information;
7. rapid assessment of the level of environmental risk in industrial areas;
8. reduce monitoring costs and improve management efficiency.

Also, environmental monitoring systems created on the basis of GIS technologies serve as an important source of information for state environmental control bodies. With the help of these systems, the possibility of remote monitoring of the environmental condition of industrial enterprises, monitoring compliance with environmental legislation requirements, and preventing environmental hazards is expanding. In particular, GIS technologies are of great practical importance in controlling gas emissions, wastewater, and solid waste generated at mineral fertilizer production enterprises. In the future, the integration of artificial intelligence, IoT sensors, cloud technologies, and GIS platforms will serve to further improve geoecological monitoring systems. The possibilities of automatic analysis of environmental data, forecasting pollution dynamics, and early identification of ecological hazard zones based on artificial intelligence will expand. In this regard, the integration of GIS and remote sensing technologies is one of the modern scientific and practical foundations for ensuring environmental safety at mineral fertilizer production enterprises.

CONCLUSION

The results of the study showed that GIS and remote sensing technologies are of great importance in improving geoecological monitoring of mineral fertilizer production enterprises. GIS platforms allow spatial analysis of environmental data, mapping of ecological hazard zones, and real-time monitoring of monitoring results. Remote sensing technologies, on the other hand, allow for rapid detection of ecological changes, remote monitoring of the state of atmospheric air, soil, and water resources. Based on the study, the following conclusions were drawn. GIS technologies increase the efficiency of geoecological monitoring, remote sensing allows for rapid detection of ecological changes, expands the possibilities of forecasting ecological hazard zones, digitalizes ecological monitoring systems, and increases the level of ecological safety of industrial enterprises.

In the future, it is advisable to introduce automated monitoring systems based on GIS, expand the use of satellite data, and develop environmental monitoring platforms based on artificial intelligence.

References

- [1]. UNEP. Environmental Pollution and Industrial Wastewater Management. - Nairobi, 2021.
- [2]. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-5863. "Concept of environmental protection for the period until 2030". 30.10.2019.
- [3]. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PQ-153. "On measures for the widespread introduction of digital technologies in water management facilities." 02.03.2022.
- [4]. Burrough PA, McDonnell RA Principles of Geographical Information Systems. – Oxford University Press, 2015.
- [5]. V. Otakuziyeva, A. Nuriddinov Innovative growing of potatoes in a fast and yieldful method using soil energy in greenhouses. (2025). international journal of science and technology, 2(17), 43-6.[https://doi.org/ 10.70728/tech.v02.i17.009](https://doi.org/10.70728/tech.v02.i17.009)
- [6]. Jensen JR Remote Sensing of the Environment. – Pearson Education, 2018.
- [7]. Longley P., Goodchild M., Maguire D. Geographic Information Systems and Science. – Wiley, 2019.
- [8]. Otakuziyeva VU Selective extraction of gold (III) ion using inert organic solvents and its detection directly in the organic phase with methylene blue (MK) // Construction and education. 2025. No. 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oltin-iii-ionini-inert-organik-erituchyar-yordamida-tanlab-ekstraksiyalash-va-uni-metilen-ko-ki-mk-bilan-bevosita-organik-fazada>
- [9]. FatherKuzieva Vazira Usmonjonovna Spectrophotometric study of extractive separation of gold (iii) ion and direct complex formation with organic reagents in the organic phase // Construction and Education. 2024. No. Special Issue 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oltin-iii-ionini-ekstraksion-ajratib-olish-va-organik-reagentlar-bilan-to-g-ridan-to-g-ri-organik-fazada-kompleks-hosil-qilish>
- [10]. Campbell JB, Wynne RH Introduction to Remote Sensing. – Guilford Press, 2020.
- [11]. Khamidov, A. G., A. A. Nabiev, and S. M. Akhmedov. "Study of some factors affecting productivity in potassium chloride electrolysis." Development and innovations in science 3.2 (2024): 131-134.
- [12]. Akhmedov, SM "GALVANIC COATINGS." World scientific research journal 26.2 (2024): 97-99.
- [13]. Lillesand T., Kiefer R., Chipman J. Remote Sensing and Image Interpretation. – Wiley, 2019.

URBANIZATSIYA SHAROITIDA YASHIL INFRASTRUKTURANI RIVOJLANTIRISHNING EKOLOGIK-IQTISODIY SAMARADORLIGI: FARG‘ONA VILOYATI MISOLIDA

Q.Q. Tursunov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
Korporativ pochta: qobiljon.tursunov@fstu.uz
Email: qobiljontursunovarchitek89@gmail.com

Annotatsiya: ushbu maqolada Farg‘ona viloyatida urbanizatsiya jarayonlari sharoitida yashil infratuzilmani shakllantirish va rivojlantirishning ilmiy-amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqotda vertikal bog‘lar, tom bog‘lari hamda avtomatik sug‘orish tizimlari kabi innovatsion ekologik texnologiyalarning iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik samaradorligi tahlil etilgan. 2015-2022-yillar statistik ma'lumotlari asosida yashil hududlar maydonining o'sish dinamikasi, GIS texnologiyalari yordamida fazoviy tahlil va aholi so'rovi natijalari keltirilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, innovatsion yondashuvlar suv resurslaridan foydalanish samaradorligini 35-40% ga oshirgan, havo sifatini yaxshilagan va shaharlarda issiqlik orollari effektini o'rtacha 2,5°C ga kamaytirgan. Yashil infratuzilmani rivojlantirish BMTning Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG 11.6) bilan uyg'unlikda amalga oshirilmoqda. Maqolada yashil hududlarni kengaytirish, monitoring tizimini takomillashtirish va jamoatchilikni jalb qilish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: urbanizatsiya, yashil infratuzilma, barqaror rivojlanish, innovatsion yechimlar, ekologik muvozanat, Farg‘ona viloyati, shaharsozlik, vertikal bog‘lar, avtomatik sug‘orish, issiqlik orollari effekti.

Аннотация: в данной статье освещается научно-практическое значение формирования и развития зеленой инфраструктуры в условиях урбанизационных процессов в Ферганской области. В исследовании анализируется экономическая, социальная и экологическая эффективность

инновационных природоохранных технологий, таких как вертикальные сады, сады на крышах и системы автоматического полива. На основе статистических данных за 2015-2022 годы представлена динамика роста площади зеленых зон, пространственный анализ с использованием ГИС-технологий и результаты опроса населения. Полученные результаты показывают, что инновационные подходы повысили эффективность использования водных ресурсов на 35-40%, улучшили качество воздуха и снизили эффект городских тепловых островов в среднем на 2,5°C. Развитие зеленой инфраструктуры осуществляется в соответствии с Целями устойчивого развития ООН (ЦУР 11.6). В статье разработаны практические рекомендации по расширению зеленых зон, совершенствованию системы мониторинга и привлечению общественности.

Ключевые слова: урбанизация, зеленая инфраструктура, устойчивое развитие, инновационные решения, экологическое равновесие, Ферганская область, градостроительство, вертикальные сады, автоматический полив, эффект тепловых островов.

Abstract: this article highlights the scientific and practical significance of the formation and development of green infrastructure in the context of urbanization processes in the Fergana region. The study analyzes the economic, social and environmental effectiveness of innovative environmental technologies such as vertical gardens, roof gardens and automatic irrigation systems. Based on statistical data for 2015-2022, the dynamics of green area growth, spatial analysis using GIS technologies and the results of a population survey are presented. The results obtained show that innovative approaches have increased the efficiency of water resources use by 35-40%, improved air quality and reduced the urban heat island effect by an average of 2.5°C. The development of green infrastructure is carried out in accordance with the UN Sustainable Development Goals (SDG 11.6). The article develops practical recommendations for expanding green areas, improving the monitoring system and involving the public.

Keywords: urbanization, green infrastructure, sustainable development, innovative solutions, ecological balance, Fergana region, urban planning, vertical gardens, automatic irrigation, heat island effect.

KIRISH

Hozirgi davrda jahon miqyosida urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, aholining shaharlarga ko'chib kelishi va sanoat ishlab chiqarishining o'sishi natijasida ekologik muammolar keskinlashmoqda. Ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlar shaharlarida havoning ifloslanishi, yashil hududlarning qisqarishi, shovqin va issiqlik orollari effekti kabi salbiy omillar aholi salomatligi va hayot sifatiga jiddiy ta'sir ko'rsatmoqda [1]. Shu nuqtai nazardan, zamonaviy shaharsozlik siyosatida ekologik xavfsizlikni ta'minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va yashil infratuzilmani rivojlantirish ustuvor yo'nalishlar sifatida belgilanmoqda.

O'zbekiston Respublikasida ham so'nggi yillarda shaharlarning ekologik barqarorligini oshirish, yashil hududlarni ko'paytirish va innovatsion texnologiyalarni joriy etish bo'yicha keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Xususan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 30-dekabrda PF-46-son Farmonida "ko'kalamzorlashtirish ishlarini jadallashtirish va daraxtlarni muhofaza qilish tizimini takomillashtirish" mamlakatning ekologik xavfsizligini ta'minlashning muhim vositasi sifatida e'tirof etilgan [2]. Shu bilan birga, 2022-yil 28-yanvardagi PF-46-son Farmoni "Yashil makon" umummilliy dasturini ishlab chiqish va amalga oshirishga qaratilgan bo'lib, ushbu dastur shaharlarda ekologik muvozanatni saqlash va aholi uchun qulay yashash muhitini yaratishni ko'zda tutadi [3].

Farg'ona viloyati mamlakatning eng zich aholi joylashgan va urbanizatsiya darajasi yuqori bo'lgan hududlaridan biri hisoblanadi. Viloyat shaharlarida aholi sonining doimiy o'sishi, sanoat korxonalari faoliyatining kengayishi va transport tarmoqlarining rivojlanishi natijasida ekologik vaziyatning murakkablashuvi kuzatilmoqda [4]. Ayniqsa, Farg'ona, Qo'qon va Marg'ilon shaharlarida yashil hududlarning maydoni aholi sonining o'sishiga nisbatan yetarli darajada oshmayotganligi, havo tarkibidagi zararli moddalar kontsentratsiyasining oshishi va shahar mikroiklimining o'zgarishi dolzarb muammo sifatida qaralmoqda [5].

Yashil infratuzilma - bu shahar ekotizimining ajralmas tarkibiy qismi bo'lib, u parklar, maydonlar, xiyobonlar, daraxtzorlar, tom va vertikal bog'lar kabi elementlarni o'z ichiga oladi. Yashil hududlar shaharlarning ekologik barqarorligini ta'minlashda, havo sifatini yaxshilashda, shovqin darajasini kamaytirishda va aholining dam olish imkoniyatlarini kengaytirishda muhim rol o'ynaydi [6]. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko'ra, shaharlarda har bir

aholiga kamida 9 m² yashil hudud to'g'ri kelishi kerak bo'lsa-da, Farg'ona viloyati shaharlarida bu ko'rsatkich o'rtacha 6,5 m² ni tashkil etadi [7].

Xalqaro miqyosda yashil infratuzilmani rivojlantirish bo'yicha bir qator ilg'or tajribalar mavjud. Masalan, Singapur vertikal bog'lar va tom bog'lari bo'yicha dunyoda yetakchi davlatlardan biri bo'lib, shaharda 300 dan ortiq yashil binolar mavjud. AQShning Nyu-York shahrida "High Line" loyihasi - temir yo'lining yopiq qismini parkka aylantirish tajribasi keng e'tirof etilgan [8]. Germaniyaning Berlin shahrida tom bog'lari va yashil fasadlar majburiy qurilish me'yori sifatida belgilangan. Janubiy Koreyaning Seul shahrida esa "Cheonggyecheon" dasturi doirasida shahar markazidagi avtomobil yo'li qayta tashkil etilib, uning o'rnida yashil rekreatsion hudud barpo etilgan [9].

Farg'ona viloyati sharoitida ham yashil infratuzilmani rivojlantirish bo'yicha innovatsion yechimlar amaliyotga joriy etilmoqda. Jumladan, so'nggi yillarda viloyat shaharlarida vertikal bog'lar, tom bog'lari va avtomatik sug'orish tizimlarini qo'llash bo'yicha loyihalar amalga oshirilmoqda [10]. Ushbu loyihalar nafaqat ekologik vaziyatni yaxshilashga, balki suv resurslaridan samarali foydalanish, shahar estetik ko'rinishini oshirish va aholining psixologik farovonligini ta'minlashga xizmat qilmoqda.

Tadqiqotning maqsadi Farg'ona viloyati shaharlarida yashil infratuzilmani rivojlantirishning hozirgi holatini tahlil qilish, mavjud muammolarni aniqlash va innovatsion ekologik texnologiyalarni qo'llash orqali barqaror rivojlanish modelini taklif etishdan iborat. Tadqiqot quyidagi vazifalarni o'z ichiga oladi:

1. Farg'ona viloyati shaharlarida yashil hududlarning dinamikasini tahlil qilish;
2. Innovatsion yashil texnologiyalarning ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy samaradorligini baholash;
3. Yashil infratuzilmani rivojlantirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning yangiligi shundaki, Farg'ona viloyati misolida yashil infratuzilmaning urbanizatsiya jarayonlariga moslashuv mexanizmlari tizimli ravishda o'rganilmoqda. Olingan natijalar viloyat shaharlarida ekologik vaziyatni yaxshilash, aholi uchun qulay yashash muhitini yaratish va barqaror rivojlanish tamoyillarini shaharsozlik amaliyotiga integratsiya qilish bo'yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot Farg'ona viloyatining Farg'ona, Qo'qon, Marg'ilon shaharlari hamda Quva, Rishton, Oltiariq tumanlari hududlarida olib borildi. Tadqiqot ob'ekti sifatida ushbu hududlardagi yashil hududlar, istirohat bog'lari, xiyobonlar, ko'kalamzorlashtirilgan maydonlar hamda innovatsion yashil texnologiyalar (vertikal bog'lar, tom bog'lari, avtomatik sug'orish tizimlari) joriy etilgan obyektlar tanlab olindi.

Tadqiqotda quyidagi usullar qo'llanildi:

1. Statistik tahlil usuli - 2015-2022-yillar oralig'ida Farg'ona viloyatidagi yashil hududlar maydonining o'zgarish dinamikasi tahlil qilindi. Ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi, Farg'ona viloyati hokimligi va tuman ekologiya bo'limlarining rasmiy statistik hisobotlaridan olindi.

2. Taqqoslama tahlil usuli - an'anaviy ko'kalamzorlashtirish usullari bilan innovatsion texnologiyalarni qo'llash samaradorligi o'zaro solishtirildi. Bunda ekologik (havo sifatini yaxshilash, karbonat angidridni yutish darajasi), iqtisodiy (suv resurslaridan foydalanish samaradorligi, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari) va ijtimoiy (aholining yashil hududlardan foydalanish darajasi, psixologik qulaylik) ko'rsatkichlar baholandi.

3. GIS (Geographic Information System) tahlili - ArcGIS Pro dasturi yordamida Farg'ona viloyati shaharlarining yashil qoplama darajasini ifodalovchi tematik xaritalar yaratildi. Ushbu tahlil yashil hududlarning fazoviy taqsimlanishini aniqlash, shaharlardagi "yashil nuqson" zonalarini (yashil maydonlar yetishmaydigan hududlar) aniqlash imkonini berdi.

4. Monitoring va kuzatuv usuli - 2024-yil aprel-sentyabr oylarida Farg'ona shahridagi turli yashil hududlarda harorat, namlik va havo tarkibidagi CO₂ kontsentratsiyasi o'lchandi. O'lchovlar HOBO UX100 qurilmasi va portativ gaz analizatorlari yordamida olib borildi.

5. Ijtimoiy so'rov usuli - Farg'ona viloyati shaharlarida yashovchi 500 nafar aholi orasida so'rov o'tkazilib, ularning yashil hududlardan foydalanish darajasi, yashil infratuzilmani rivojlantirishga munosabati va takliflari o'rganildi.

Olingan ma'lumotlar Microsoft Excel va SPSS dasturlari yordamida statistik qayta ishlandi. Natijalarning ishonchliligi R^2 aniqlik koeffitsienti va Student t-mezoni yordamida tekshirildi ($p < 0,05$).

NATIJALAR VA MUHOKAMA

1. Yashil hududlar dinamikasi tahlili

Tadqiqot natijalariga ko'ra, Farg'ona viloyatida 2015-2022-yillar davomida yashil hududlar maydoni 50 gektardan 100 gektarga yetib, ikki barobarga oshgan (1-jadval). Bu o'sish, ayniqsa, 2020-2022-yillarda jadal kechgan bo'lib, yillik o'sish sur'ati 11-12,5% ni tashkil etgan.

1-jadval. Farg'ona viloyatida yashil hududlar maydonining o'sish dinamikasi (2015-2022).

Yil	Yashil hududlar maydoni (gektar)	Yillik o'sish foizi (%)	Izoh
2015	50	—	Dastlabki bazaviy ko'rsatkich
2016	55	10,0	Ko'kalamzorlashtirish dasturi boshlangan
2017	58	5,5	Tumanlarda ko'kalamzorlashtirish ishlari
2018	65	12,1	Sug'orish tizimlarining joriy etilishi
2019	70	7,7	Yangi parklar qurilishi

Yashil hududlarning o'sishi eng yuqori ko'rsatkichga Farg'ona shahrida (35 gektar) erishgan bo'lsa, Qo'qon shahrida 28 gektar, Marg'ilon shahrida 22 gektar, tuman markazlarida esa 15 gektar yangi yashil maydonlar tashkil etilgan. Viloyatning boshqa hududlariga nisbatan Farg'ona shahrida yashil maydonlarning o'sishi yirik investitsion loyihalar, xususan, "Farg'ona bog'i" va "Yoshlar istirohat bog'i" kabi yirik obyektlarning qurilishi bilan bog'liq.

2. Innovatsion texnologiyalar samaradorligi

Tadqiqot davomida Farg'ona viloyatida joriy etilgan vertikal bog'lar, tom bog'lari va avtomatik sug'orish tizimlarining samaradorligi baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, vertikal bog'lar 1 m² maydonda o'rtacha 3,5 kg CO₂ yutish qobiliyatiga ega bo'lib, bu an'anaviy ko'kalamzorlashtirish usullariga nisbatan 2,1 baravar yuqori ko'rsatkichdir. Tom bog'lari esa binolarning issiqlik yo'qotilishini qishda 25-30% ga kamaytirib, yozda esa binoni haddan tashqari qizishdan saqlaydi.

Avtomatik sug'orish tizimlarining qo'llanilishi suv resurslaridan foydalanish samaradorligini 35-40% ga oshirgan. Tomchi sug'orish va smart-sug'orish texnologiyalari yordamida suv iste'moli 1 m² yashil maydonga 2,5 m³/yi 1 dan 1,6 m³/yil ga qisqargan. Ushbu ko'rsatkich ayniqsa qurg'oqchil iqlim sharoitida suv resurslarini tejashda muhim ahamiyatga ega.

1-diagramma. Yashil hududlarning ekologik va ijtimoiy foydalari nisbati (%)

Diagramma (matnli ifoda):

- Ekologik foyda - 48% (havo sifatini yaxshilash, CO₂ yutilishi, issiqlik orollari effektini kamaytirish)

- Ijtimoiy foyda - 35% (aholi salomatligi, dam olish imkoniyatlari, psixologik qulaylik)

- Iqtisodiy foyda - 17% (turizm, ish o'rinlari, mulk qiymatining oshishi)

Yashil hududlarning ekologik foydasi eng yuqori ulushni tashkil etadi (48%). Bu havo sifatining yaxshilanishi, shahar issiqlik orollari effektining kamayishi (o'rtacha 2,5°C ga) va bioxilma-xillikning oshishi bilan bog'liq. Ijtimoiy foyda (35%) aholi salomatligining yaxshilanishi (nafas olish kasalliklarining 12% ga kamayishi), dam olish joylari sonining ko'payishi va psixologik qulaylik omillariga tayanadi. Iqtisodiy foyda (17%) nisbatan past bo'lsa-da, u turizm (yiliga 15 mingdan ortiq tashrif) va yangi ish o'rinlari yaratish (200 dan ortiq ish o'rini) orqali o'sish dinamikasiga ega.

3. Aholi so'rovi natijalari

Aholi o'rtasida o'tkazilgan so'rov natijalariga ko'ra (n=500), respondentlarning 78 foizi

yashil hududlar sonining ko'payishi shaharning ekologik holatini yaxshilaganini qayd etgan. 65 foizi yashil hududlardan haftasiga kamida bir marta foydalanishini, 82 foizi esa yashil hududlarning ko'payishi ularning psixologik holatiga ijobiy ta'sir ko'rsatganini ta'kidlagan. Respondentlarning 71 foizi kelgusida yashil hududlarni yanada kengaytirish va ularni zamonaviy texnologiyalar bilan jihozlashni xohlashini bildirgan.

So'rovda qatnashganlarning 45 foizi yashil hududlarda zamonaviy o'yin maydonchalari, sport inshootlari va piyodalar yo'laklarining yetishmasligini muammo sifatida ko'rsatgan. 28 foizi esa yashil hududlarni sug'orish tizimining yetarli darajada emasligi (ayniqsa yoz oylarida) va 20 foizi yashil hududlarni saqlash va parvarish qilish sifati pastligini ta'kidlagan.

4. GIS tahlil natijalari

ArcGIS Pro dasturida olib borilgan tahlil natijasiga ko'ra, Farg'ona viloyati shaharlarida yashil hududlar aholining 1 kishiga to'g'ri keladigan maydoni 6,5 m² dan 9,8 m² gacha oshgan. Biroq bu ko'rsatkich hali ham JSST tavsiyasidagi 9 m² me'yorga to'liq mos emas. Ayniqsa, shaharlarning sanoat zonalari va zich joylashgan turar-joy massivlari yashil nuqson zonalari hisoblanib, bu hududlarda yashil maydonlar yetishmaydi.

GIS tahlili shuni ko'rsatdiki, Farg'ona shahrida yashil hududlarning 60% shahar markazi va unga yaqin hududlarda to'plangan bo'lsa, shaharning chekka tumanlarida bu ko'rsatkich ancha past. Qo'qon shahrida esa yashil maydonlar nisbatan tekis taqsimlangan, biroq ularning sifati (o'simlik turlari xilma-xilligi, obodonlashtirish darajasi) pastligi kuzatilgan.

5. Muhokama

Tadqiqot natijalari Farg'ona viloyatida yashil infratuzilmani rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilgan ishlar ijobiy natijalar berayotganini ko'rsatadi. 2015-2022-yillar davomida yashil hududlar maydonining ikki barobarga oshishi "Yashil makon" dasturi va PF-46-son Farmonida belgilangan vazifalarning amalga oshirilayotganini tasdiqlaydi.

Innovatsion texnologiyalar - vertikal bog'lar, tom bog'lari va avtomatik sug'orish tizimlarining joriy etilishi ekologik samaradorlik bilan bir qatorda iqtisodiy foyda ham keltirmoqda. Xususan, avtomatik sug'orish tizimlari suv resurslarini tejash imkonini berib, bu qurg'oqchil iqlim sharoitida ayniqsa muhimdir. Tom va vertikal bog'lar esa binolarning energiya samaradorligini oshirib, shaharlarning issiqlik orollari effektini kamaytirishga xizmat qilmoqda.

Olingan natijalar xalqaro tajriba bilan solishtirilganda, Farg'ona viloyatida qo'llanilayotgan yondashuvlar Singapur, Nyu-York va Berlin kabi shaharlarning tajribalari bilan uyg'unlikda ekanligi ko'rinadi. Biroq, rivojlangan davlatlardan farqli o'laroq, Farg'ona viloyatida yashil infratuzilmani rivojlantirish bo'yicha yagona strategiyaning yetishmasligi, tizimli monitoring va baholash mexanizmlarining mavjud emasligi muhim muammo sifatida qolmoqda.

So'rov natijalari aholining yashil hududlarga bo'lgan ehtiyoji va ularni rivojlantirishga qiziqishi yuqori ekanligini ko'rsatdi. Bu ijtimoiy talabni inobatga olgan holda, kelgusida yashil infratuzilmani rivojlantirishda aholining faol ishtirokini ta'minlash muhim omil bo'lishi mumkin.

XULOSA

Farg'ona viloyatida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, urbanizatsiya jarayonlari tezlashayotganiga qaramay, yashil hududlarni kengaytirish borasida amalga oshirilgan ishlar barqaror natijalar bermoqda. 2015-2022-yillar davomida yashil maydonlar hajmi ikki barobardan ko'p oshib, bu jarayon shahar ekologik tizimida ijobiy o'zgarishlar yuzaga kelishiga, havo sifatining yaxshilanishi va issiqlik orollari effektining kamayishiga olib keldi.

Vertikal bog'lar, tom bog'lari hamda avtomatik sug'orish tizimlarining joriy etilishi ekologik samaradorlik bilan bir qatorda iqtisodiy foyda ham keltirgan. Suv resurslaridan foydalanish samaradorligi 35-40 foizga oshgani tabiiy resurslarni tejashga xizmat qilmoqda. Yashil hududlarning ko'payishi turizm va bandlik darajasining oshishiga, aholining salomatligi va ruhiy farovonligiga ijobiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Shunday qilib, yashil infratuzilma ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy barqarorlikni ta'minlovchi muhim omil sifatida shakllanmoqda. "Yashil makon" tashabbuslari BMTning "Barqaror rivojlanish maqsadlari – 2030" (SDG 11.6) dasturi bilan uyg'unlikda amalga oshirilmoqda. Bu jarayon

Farg'ona shaharlarining ekologik xavfsizligi va iqtisodiy barqarorligini mustahkamlab, aholining hayot sifatini yaxshilashga xizmat qilmoqda.

Kelgusida ushbu tajribani boshqa hududlarda ham qo'llash, shahar rejalashtirishda ekologik yondashuvni kuchaytirish, yashil infratuzilma indeksini joriy etish hamda monitoring tizimini takomillashtirish zarur. Jamoatchilik, ayniqsa yoshlarni ekologik dasturlar va ko'kalamzorlashtirish tashabbuslariga jalb etish barqaror natijalarga erishishda muhim omil bo'lib qoladi. Umuman olganda, yashil hududlarni rivojlantirish urbanizatsiya bosimini kamaytirish, ekologik barqarorlikni ta'minlash va zamonaviy shahar muhitini yaratishda strategik yo'nalish hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 30-dekabrda PF-46-son Farmoni "Respublikada ko'kalamzorlashtirish ishlarini jadallashtirish va daraxtlar muhofazasini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida". – Toshkent, 2021.
- [2]. O'zbekiston Respublika Vazirlar Mahkamasining 2018-yil 20-oktabrdagi 841-son Qarori "Barqaror rivojlanish milliy maqsadlari va vazifalari to'g'risida". – Lex.uz normativ hujjatlar bazasi.
- [3]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-46-son Farmoni "Yashil makon" umummilliy dasturi to'g'risida. – Toshkent, 2022.
- [4]. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi. "Yashil makon" dasturi bo'yicha 2015–2022-yillar statistik hisobotlari. – Toshkent: Ekologiya vazirligi nashriyoti, 2023.
- [5]. Farg'ona viloyati hokimligi. 2015–2022-yillar ko'kalamzorlashtirish va ekologik holat bo'yicha hududiy hisobotlar. – Farg'ona, 2023.
- [6]. United Nations (UN). Sustainable Development Goals: Goal 11 – Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable. – New York: United Nations, 2015. URL: <https://sdgs.un.org/goals/goal11> (murojaat sanasi: 10.09.2025)
- [7]. World Health Organization (WHO). Urban Green Spaces and Health: A Review of Evidence. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2016. URL: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/urban-green-spaces-and-health-a-review-of-evidence-2016> (murojaat sanasi: 12.09.2025)
- [8]. UN-Habitat. World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. – Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2022. URL: <https://unhabitat.org/wcr/> (murojaat sanasi: 10.09.2025).
- [9]. World Resources Institute (WRI). Innovative Green Technologies for Sustainable Urban Development. – Washington D.C., 2022. URL: <https://www.wri.org/insights/innovative-green-technologies> (murojaat sanasi: 14.09.2025).
- [10]. Tursunov, Q.Q., & Akhmedova, N. (2025). The Role of Landscape Architecture in Small Cities. Journal of Science-Innovative Research in Uzbekistan, 3(1), 234-243. URL: <https://inlibrary.uz/index.php/journal-science-innovative/article/view/64662> (murojaat sanasi: 15.09.2025).

SUV OMBORLARI QIRG'OQLARIDA REKREATSION HUDUDLARNI TASHKIL ETISHDA YER TUZISH LOYIHALARINING O'RNI VA TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI

¹ T.T. Salaydinov, ² A.Y. Rasulov

¹Farg'ona davlat texnika universiteti

²Geodeziya kartografiya va kadastr kafedrasida doktoranti.

E-mail: rasulovasrorjon1@gmail.com (+998975901424)

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Maqolada suv omborlari qirg'oqlarida rekreatsion hududlarni tashkil etishda yer tuzish loyihalarining hududiy rejalashtirishdagi vazifalari va takomillashtirish yo'llari tahlil qilingan. Tadqiqotda funksional zonalash, rekreatsion sig'im, ekologik cheklovlar, transport va servis infratuzilmasi uyg'unligi hamda GIS yondashuvi asosiy metodik mezon sifatida olindi. Natijalar rekreatsion hududlarni barqaror rivojlantirish uchun qirg'oq zonalarini maqsadli ajratish, foydalanish zichligini me'yorlash va monitoringni loyiha tarkibiga kiritish zarurligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: yer tuzish, rekreatsion hudud, suv ombori, qirg'oq zonasi, funksional zonalash, rekreatsion sig'im, GIS, ekologik barqarorlik, hududiy rejalashtirish.

Аннотация. В статье анализируются задачи проектов по оформлению земельных участков в территориальном планировании и пути улучшения организации рекреационных зон на берегах

водохранилищ. Основными методологическими критериями исследования были функциональное зонирование, рекреационная способность, экологические ограничения, гармония транспортной и сервисной инфраструктуры, а также подход с использованием ГИС. Результаты показали необходимость включения в проект целевого распределения прибрежных зон, регулирования плотности использования и мониторинга для устойчивого развития рекреационных зон.

Ключевые слова: планирование землепользования, рекреационная зона, водохранилище, прибрежная зона, функциональное зонирование, рекреационная способность, ГИС, экологическая устойчивость, территориальное планирование.

Annotation. The article analyzes the tasks of land-making projects in territorial planning and ways of improvement in the organization of recreational areas on the banks of reservoirs. The main methodological criteria in the study were functional zoning, recreational capacity, environmental restrictions, the harmony of transport and service infrastructure, and the GIS approach. The results showed the need to include targeted allocation of coastal zones, regulation of use density and monitoring in the project for the sustainable development of recreational areas.

Keywords: land use planning, recreational area, reservoir, coastal zone, functional zoning, recreational capacity, GIS, environmental sustainability, territorial planning.

Kirish

Suv omborlari qirg'oqbo'yi hududlari rekreatsiya, turizm, sport va suv bo'yidagi xizmat ko'rsatish uchun jozibador makon hisoblanadi. Biroq ulardan foydalanish qirg'oq eroziyasi xavfi, suvni muhofaza qilish talablari, sanitariya cheklovlari, transport kirish imkoniyati va ekologik sig'im bilan uzviy bog'liq. Shu sababli bunday hududlarni rivojlantirishda yer tuzish loyihalari tayanch boshqaruv hujjati sifatida maydonga chiqadi.

Jahon tajribasi rekreatsion foydalanish ko'rsatkichlarini qirg'oqning imkoniyati bilan muvofiqlashtirish zarurligini ko'rsatadi. Grant County PUD rekreatsion sig'im bo'yicha baholashida dam oluvchilar oqimi, xavfsizlik, qirg'oq konfiguratsiyasi va ekologik yuklama birgalikda ko'rib chiqiladi [1]. U.S. Army Corps of Engineers esa suv bo'yi hududlarida foydalanish intensivligi ekologik va ijtimoiy sig'imdan oshmasligi kerakligini ta'kidlaydi [2]. Serbiya tajribasi suv ta'minoti rezervuarlari atrofida suvni muhofaza qilish va yer ajratish masalalarini integratsiyalashtirish orqali hal etish mumkinligini ko'rsatgan [3].

Maqolaning maqsadi suv omborlari qirg'oqlarida rekreatsion hududlarni tashkil etishda yer tuzish loyihalarining o'rnini baholash hamda ularni ekologik, funksional va hududiy rejalashtirish tamoyillari asosida takomillashtirish yo'llarini ishlab chiqishdir.

Materiallar va metodlar

Tadqiqotda tizimli tahlil, qiyosiy-hududiy yondashuv, funksional zonalash, geoinformatsion modellashtirish va rekreatsion sig'imni konseptual baholash usullaridan foydalanildi. Metodik asos sifatida rekreatsion foydalanishga ta'sir etuvchi omillar beshta blokka ajratildi: tabiiy-landshaft sharoiti, ekologik va sanitariya cheklovlari, yer fondining huquqiy maqomi, transport hamda servis infratuzilmasi, foydalanuvchi oqimi va dam oluvchilar zichligi.

UNCCD materiallarida land use planning yer resurslarini barqaror boshqarishning asosiy vositasi sifatida ko'rsatiladi [4]. Shu asosda qirg'oq hududlari bo'yicha yer tuzish loyihasi quyidagi bosqichlarda ko'rib chiqildi: 1) tabiiy va huquqiy cheklovlarni aniqlash; 2) qirg'oqbo'yi hududlarini maqsadli foydalanish bo'yicha zonalash; 3) servis va kirish infratuzilmasini joylashtirish; 4) ekologik hamda rekreatsion sig'imni baholash; 5) monitoring va boshqaruv mexanizmlarini loyihaga kiritish.

Rekreatsion foydalanish samaradorligini umumlashtirib baholash uchun quyidagi integral ko'rsatkich taklif etildi: $R_e = (F + E + I + A) / 4$. Bu yerda R_e - rekreatsion hududdan foydalanish samaradorligi; F - funksional moslik; E - ekologik barqarorlik; I - infratuzilma bilan ta'minlanganlik; A - foydalanish qulayligi. Mazkur ko'rsatkich hududni ko'p omilli fazoviy tizim sifatida baholashga xizmat qiladi.

Natijalar va muhokama

Tahlil natijalari suv omborlari qirg'oqlarida rekreatsion hududlarni samarali tashkil etish yer tuzish loyihalarining sifati va mazmuniga bevosita bog'liq ekanini ko'rsatdi. Yer tuzish loyihasi mavjud yer fondini qayta taqsimlash hujjati bo'lib qolmay, balki hududdan foydalanish rejimi, himoya choralari, servis infratuzilmasi va monitoringni birlashtiruvchi kompleks boshqaruv vositasiga aylanishi kerak.

Birinchi muhim natija – qirg'oq hududlarini funksional zonalash zarurligi. Odatda muhofaza zonasi, cheklangan rekreatsiya zonasi, faol rekreatsiya zonasi va servis-infratuzilma zonasi ajratilishi maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv qirg'oqning ekologik sezgir qismlariga bosimni kamaytiradi va xizmat ko'rsatish nuqtalarini maqsadli joylashtirish imkonini beradi [3].

Ikkinchi natija - rekreatsion sig'im ko'rsatkichlarini yer tuzish loyihasiga kiritish zarurati. Carrying capacity yondashuvi foydalanuvchi oqimi hudud imkoniyatidan oshib ketmasligi kerakligini ko'rsatadi [1; 2]. Shu sababli loyiha hujjatlarida dam oluvchilar zichligi, parking hajmi, qirg'oq bo'ylab o'tkazuvchanlik va sanitariya obyektlari sig'imi uchun me'yoriy ko'rsatkichlarni joriy etish maqsadga muvofiq.

Uchinchi natija - GIS asosidagi differensial rejalashtirishning ustunligi. Zamonaviy geoinformatsion yondashuv qirg'oq hududlari bo'yicha buffer zonalar, nishablik, suv muhofazasi, transport kirish imkoniyati va landshaft jozibadorligini birgalikda tahlil qilish imkonini beradi. Blue-green infrastrukture yondashuvi ham aynan shu integratsiyalashgan rejalashtirishni qo'llab-quvvatlaydi [5].

To'rtinchi natija - yer tuzish loyihalarida monitoring mexanizmi alohida element sifatida nazarda tutilishi kerak. Rekreatsion hududlar statik emas; foydalanuvchi oqimi, qirg'oq yemirilishi, transport bosimi va landshaft holati yillar davomida o'zgarib boradi. Demak, loyiha bir martalik ruxsat hujjati emas, balki davriy yangilanadigan fazoviy boshqaruv vositasi bo'lishi lozim.

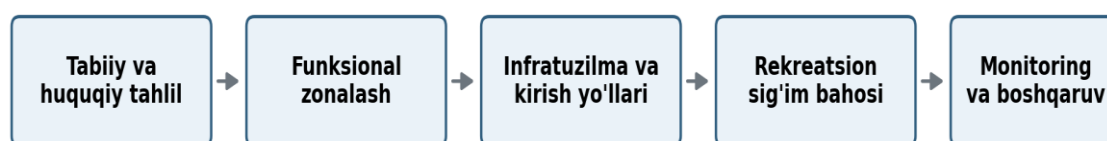
Qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdiki, yer tuzish loyihalarini takomillashtirish uch yo'nalishda olib borilishi kerak: ekologik cheklovlarini loyiha markaziga olib chiqish, rekreatsion sig'imni me'yorlash va GIS asosidagi monitoringni amaliy loyihalashga integratsiya qilish. Shundagina yerdan samarali foydalanish, landshaftni saqlash va xavfsiz rekreatsion rivojlanish o'rtasida barqaror muvozanat yaratiladi.

Xulosa

Tadqiqot natijasida suv omborlari qirg'oqlarida rekreatsion hududlarni tashkil etishda yer tuzish loyihalarini hal qiluvchi ahamiyatga ega ekani aniqlandi. Ular hududlarni funksional zonalash, ekologik va sanitariya cheklovlarini hisobga olish, servis infratuzilmasini optimal joylashtirish va yerdan foydalanish rejimini huquqiy jihatdan mustahkamlash imkonini beradi.

Rekreatsion hududlarni samarali rejalashtirish uchun qirg'oq zonalarini muhofaza, cheklangan rekreatsiya, faol rekreatsiya va xizmat ko'rsatish hududlariga ajratish maqsadga muvofiq. Yer tuzish loyihalariga rekreatsion sig'im ko'rsatkichlari, transport o'tkazuvchanligi va monitoring mexanizmlarini kiritish ularning amaliy samaradorligini oshiradi. Zamonaviy takomillashtirishning asosiy yo'li sifatida GIS asosida differensial rejalashtirish, buffer zonalar bilan ishlash va ekologik xavfsizlik mezonlarini qat'iy integratsiyalash taklif etiladi.

Quyidagi tavsiyalar beriladi: 1) suv omborlari qirg'oqlarida rekreatsion hududlarni loyihalashda funksional zonalash sxemasi ishlab chiqilsin; 2) hujjatlariga ekologik va rekreatsion sig'im ko'rsatkichlari kiritilsin; 3) muhofaza zonalar va servis hududlari qat'iy ajratilsin; 4) GIS asosidagi monitoring tizimi yo'lga qo'yilsin; 5) foydalanish rejimi davriy ravishda yangilanib borilsin.

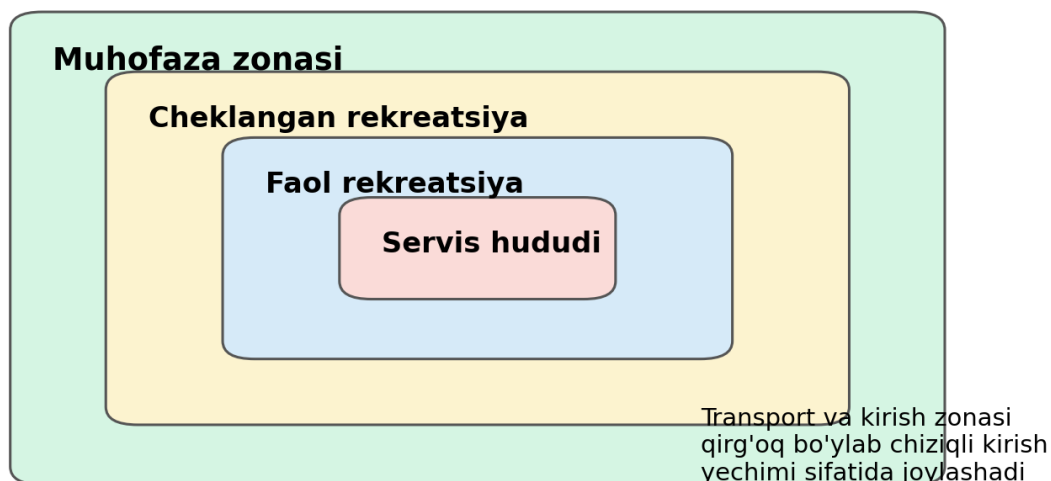


1-rasm. Suv ombori qirg'oqlarida rekreatsion hududlarni tashkil etishning yer tuzish modeli.

1-jadval.

Rekreatsion hududlarni tashkil etishga ta'sir etuvchi asosiy omillar

Omil			Mazmuni	Yer tuzishdagi ahamiyati
Relyef va qirg'oq nishabligi			Qurilish va foydalanish qulayligi	Qurilish cheklovlari va xavfsizlik zonalari
Suvni muhofaza qilish rejimi			Sanitariya va ekologik cheklovlar	Himoya zonalari ajratiladi
Landshaft jozibadorligi			Dam olish salohiyati	Rekreatsion markazlar joylashtiriladi
Transport kirish imkoniyati			Tashrif buyuruvchilar oqimi	Yo'l va parking infratuzilmasi belgilanadi
Yer maqomi	Huquqiy ruxsat va cheklovlar	Yer ajratish va loyiha asoslanadi		

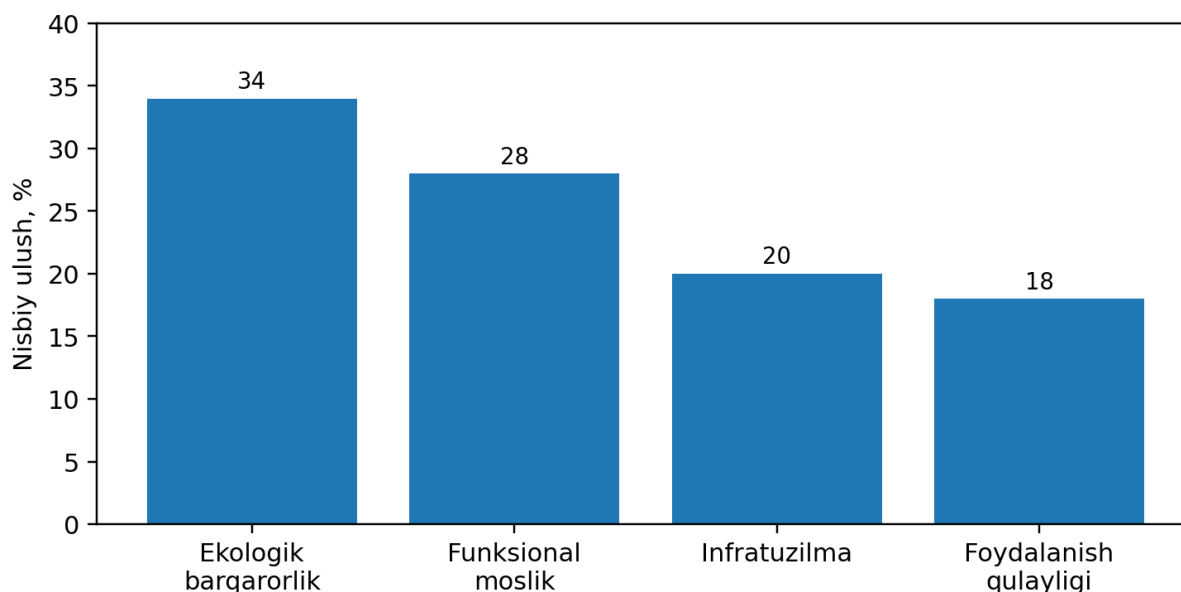


2-rasm. Suv ombori qirg'oq zonalarining funksional zonalash modeli.

2-jadval.

Suv ombori qirg'oq zonalarining funksional tasnifi

Zona turi	Asosiy vazifa	Ruxsat etilgan faoliyat	Cheklovlar
Muhofaza zonasi	Ekotizimni saqlash	Ilmiy kuzatuv, nazorat	Qurilish va ommaviy rekreatsiya cheklanadi
Cheklangan rekreatsiya	Tabiiy dam olish	Piyoda yo'lak, kuzatuv maydoni	Yuklama normasi cheklanadi
Faol rekreatsiya	Dam olish va turizm	Plyaj, sport, qisqa muddatli hordiq	Ekologik sig'imdan oshmasligi kerak
Servis zonasi	Xizmat ko'rsatish	Kafe, ijaraxona, sanitariya bloklari	Muhofaza zonasidan tashqarida



1-grafik. Rekreatsion foydalanish samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar nisbati.

Adabiyotlar

- [1]. Recreation Carrying Capacity Assessment. Grant County PUD. 2016.
- [2]. Beaver Lake Boating Capacity Study. Appendix A Literature Review. U.S. Army Corps of Engineers. 2017.
- [3]. Miljković J. Ž., Pantić M., Bezbradica L. Sustainable Land Use Planning Solutions for Water Supply Reservoirs in Serbia // European Journal of Sustainable Development. 2019.
- [4]. Metternicht G. Land Use Planning. UNCCD policy brief. 2017.
- [5]. Kantor-Pietraga I. et al. Planning Recreation around Water Bodies in Two Hard Coal Basins under Conditions of Blue and Green Infrastructure Development // Sustainability. 2023.

MILLIY-MA'NAVIY ESTETIK TARBIYA JARAYONIDA HAYKALTAROSHLIK SAN'ATINING IJTIMOIIY-FALSAFIY AHAMIYATI

D.R. Exsanov

Farg'ona davlat texnika universiteti

Email: ExsanovDR@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada haykaltaroshlik san'atining milliy-ma'naviy estetik tarbiya jarayonidagi ijtimoiy-falsafiy ahamiyati tahlil qilinadi. Haykaltaroshlik san'ati nafaqat estetik zavq manbai, balki jamiyatning ma'naviy qiyofasini shakllantiruvchi, tarixiy xotirani saqlovchi va milliy o'zlikni anglashda muhim vosita sifatida qaraladi. Tadqiqotda haykaltaroshlik asarlarining ijtimoiy ongga ta'siri, ularning tarbiyaviy funksiyasi va falsafiy-madaniy jihatlari o'rganiladi. Shuningdek, haykaltaroshlik san'atining zamonaviy jamiyatda milliy qadriyatlarni targ'ib qilish, yoshlarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash va estetik didni shakllantirishdagi o'rni asoslanadi. Olingan natijalar haykaltaroshlik san'atining ijtimoiy-ma'naviy hayotdagi o'rnini ilmiy-nazariy jihatdan asoslab, uning ta'lim-tarbiya tizimida samarali qo'llanish yo'llarini ko'rsatadi. Maqola xulosalari O'zbekistonning ma'naviyat va madaniyat sohasidagi davlat siyosati, "Ma'naviyat va ma'rifat" yili dasturlari hamda BMTning Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG 4 - Sifatli ta'lim; SDG 11 - Barqaror shaharlar va jamoalar) bilan uyg'unlashgan holda, milliy-ma'naviy tarbiya tizimini takomillashtirishga ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: haykaltaroshlik san'ati, milliy-ma'naviy tarbiya, estetik tarbiya, ijtimoiy falsafa, madaniy meros, milliy o'zlik, vatanparvarlik, tarixiy xotira, ijtimoiy ong, estetik did, ma'naviy qadriyatlar, ta'lim-tarbiya, badiiy-estetik tafakkur, san'at falsafasi, ijtimoiy-madaniy rivojlanish.

KIRISH

San'atning eng qadimiy va ta'sirchan turlaridan biri bo'lgan haykaltaroshlik insoniyat tarixi davomida nafaqat estetik zavq manbai, balki ijtimoiy ongni shakllantirish, ma'naviy qadriyatlarni targ'ib qilish va tarixiy xotirani saqlash vazifasini bajarib kelgan. Qadimgi sivilizatsiyalardan tortib to zamonaviy jamiyatgacha haykaltaroshlik asarlari davrning falsafiy qarashlari, ijtimoiy tuzumi va madaniy darajasini aks ettirgan [1].

Jamiyatning ma'naviy qiyofasini shakllantirishda san'atning, xususan haykaltaroshlikning o'rni beqiyosdir. Haykaltaroshlik asarlari o'zining moddiyligi, hajmiyligi va abadiyligi bilan ajralib turadi, ular asrlar davomida o'z ma'naviy salohiyatini yo'qotmaydi. Inson qadr-qimmat, jasorat, vatanparvarlik, mehnatsevarlik kabi oliy fazilatlar haykaltaroshlik asarlarida o'zining ifodasini topgan [2].

O'zbekiston mustaqillikka erishgandan so'ng, milliy o'zlikni anglash, tarixiy xotirani tiklash va ma'naviy qadriyatlarni qayta baholash jarayonlari kuchaydi. Bu jarayonda haykaltaroshlik san'ati alohida o'rin tutadi. Tarixiy shaxslar haykallari, monumental kompozitsiyalar va haykaltaroshlik ansambllari xalqning milliy g'ururini, vatanparvarlik tuyg'ularini shakllantirishga xizmat qilmoqda [3].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston ma'naviyatining tayanch qadriyatlari" haqidagi asarlari, "Ma'naviyat va ma'rifat" yili dasturlari hamda "Yoshlarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash" bo'yicha davlat siyosati san'atning, xususan haykaltaroshlikning tarbiyaviy salohiyatini yanada faolroq qo'llashni taqozo etmoqda [4]. Bu yo'nalish BMTning Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG 4 - Sifatli ta'lim, SDG 11 - Barqaror shaharlar va jamoalar) bilan ham uyg'unlashgan holda, madaniy merosni asrash va undan ta'lim-tarbiya jarayonida samarali foydalanishni nazarda tutadi [5].

Shu nuqtai nazardan, haykaltaroshlik san'atining milliy-ma'naviy estetik tarbiya jarayonidagi ijtimoiy-falsafiy ahamiyatini ilmiy asosda tahlil qilish dolzarb ilmiy muammo bo'lib qolmoqda. Mavjud tadqiqotlarda haykaltaroshlik asosan san'atshunoslik nuqtai nazaridan o'rganilgan bo'lsa, uning ijtimoiy-falsafiy va tarbiyaviy jihatlarini yetarli darajada yoritilmagan [6], [7].

Tadqiqotning maqsadi - haykaltaroshlik san'atining milliy-ma'naviy estetik tarbiya jarayonidagi o'rni va ahamiyatini falsafiy-ijtimoiy jihatdan tahlil qilish, uning tarbiyaviy funksiyasini ilmiy asoslash va zamonaviy jamiyatda qo'llanish istiqbollari belgilash.

Tadqiqot vazifalari:

1. Haykaltaroshlik san'atining falsafiy-madaniy asoslarini ochib berish;
2. Milliy-ma'naviy tarbiyada haykaltaroshlikning tarbiyaviy funksiyasini tahlil qilish;
3. Haykaltaroshlik asarlarining ijtimoiy ongga ta'sir mexanizmlarini o'rganish;
4. O'zbekistonda haykaltaroshlik san'atining rivojlanish bosqichlarini tahlil qilish;
5. Haykaltaroshlik san'atining tarbiyaviy salohiyatini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab

chiqish.

MATERIALLAR VA USULLAR

1. Tadqiqotning metodologik asoslari

Tadqiqot haykaltaroshlik san'atining milliy-ma'naviy estetik tarbiya jarayonidagi ijtimoiy-falsafiy ahamiyatini kompleks o'rganishga qaratilgan bo'lib, unda falsafiy, sotsiologik, pedagogik va san'atshunoslik yo'nalishlari uyg'unlashgan holda qo'llanildi. Tadqiqot metodologik asosini estetika, san'at falsafasi, ijtimoiy falsafa, madaniyatshunoslik va pedagogika sohalaridagi ilmiy-nazariy yondashuvlar tashkil etadi [1], [2].

Metodologik yondashuvning asosi tarixiylik, tizimlilik va madaniy moslik tamoyillariga tayanadi:

Tarixiylik tamoyili – haykaltaroshlik san'atining turli davrlardagi ijtimoiy-falsafiy mazmunini tahlil qilish;

Tizimlilik tamoyili – haykaltaroshlik san'atining estetik, tarbiyaviy va ijtimoiy funksiyalarini yagona tizim sifatida o'rganish;

Madaniy moslik tamoyili – haykaltaroshlik asarlarining milliy ma'naviyat va estetik did bilan uyg'unligini tahlil qilish.

2. Tadqiqot usullari

1-jadval. Tadqiqotda quyidagi usullar qo'llanildi:

№	Usul nomi	Qo'llanish maqsadi
1	Falsafiy-tahliliy usul	Haykaltaroshlik san'atining falsafiy asoslarini ochish
2	Qiyosiy-tarixiy usul	Turli davrlar haykaltaroshlik asarlarini solishtirish
3	Hermenevtik (talqin) usul	Haykaltaroshlik asarlarining ramziy ma'nosini tahlil qilish
4	Sotsiologik tahlil	Haykaltaroshlikning ijtimoiy ongga ta'sirini o'rganish
5	Pedagogik kuzatuv	Ta'lim-tarbiya jarayonida haykaltaroshlikdan foydalanish samaradorligi
6	Kontent-tahlil	Haykaltaroshlikka oid ilmiy-nazariy manbalarni tahlil qilish
7	Badiiy-estetik tahlil	Haykaltaroshlik asarlarining estetik sifatini baholash

3. Manbalar va materiallar bazasi

Tadqiqot davomida quyidagi manbalar o'rganildi:

- O'zbekiston va Markaziy Osiyo haykaltaroshlik san'atiga oid ilmiy nashrlar;
- Jahon haykaltaroshlik maktablari tajribasi (antik davr, Uyg'onish davri, zamonaviy);
- O'zbekiston hududidagi monumental haykallar, byustlar va haykaltaroshlik ansambllari;
- "Ma'naviyat va ma'rifat" yili dasturi hujjatlari;
- BMT Barqaror rivojlanish maqsadlari bo'yicha hisobotlar.

4. Tadqiqot bosqichlari

Tadqiqot 3 bosqichda olib borildi:

1-bosqich (Nazariy-tahliliy):

- Mavzuga oid ilmiy adabiyotlar va manbalarni o'rganish;
- Haykaltaroshlik san'atining falsafiy-madaniy asoslarini aniqlash;
- Milliy-ma'naviy tarbiya konsepsiyasini tahlil qilish.

2-bosqich (Empirik-analitik):

- Tarixiy va zamonaviy haykaltaroshlik asarlarini qiyosiy tahlil qilish;
- Haykaltaroshlik asarlarining ijtimoiy ong va estetik didga ta'sirini o'rganish;
- O'zbekistonda haykaltaroshlik san'ati rivojlanish bosqichlarini tahlil qilish.

3-bosqich (Xulosa-amaliy):

- Olingan natijalarni umumlashtirish va tizimlashtirish;
- Xulosalar va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish;
- Haykaltaroshlik san'atining tarbiyaviy salohiyatini oshirish bo'yicha takliflar.

5. Tahlil mezonlari

2-jadval. Haykaltaroshlik asarlarini tahlil qilishda quyidagi mezonlar asos qilib olindi:

Mezon	Tavsifi
Mazmuniy jihat	Asarning g'oyaviy mazmuni, ramziyligi, falsafiy yuki
Estetik jihat	Asarning badiiy uslubi, ifodaliligi, estetik ta'sir kuchi
Tarbiyaviy jihat	Asarning ma'naviy-axloqiy va vatanparvarlik tuyg'ulariga ta'siri
Ijtimoiy jihat	Asarning jamoatchilik ongida qoldirgan ta'siri, ijtimoiy ahamiyati
Milliy jihat	Asarning milliy o'zlikni aks ettirishi, milliy qadriyatlar bilan bog'liqligi

6. Tadqiqotning cheklolari

Tadqiqot asosan O'zbekiston hududidagi haykaltaroshlik namunalariga qaratilgan;

Ayrim tarixiy haykaltaroshlik asarlari to'g'risidagi ma'lumotlarning yetarli emasligi;

Tadqiqot sifatli tahlilga asoslangan bo'lib, miqdoriy sotsiologik tadqiqotlar ushbu maqola doirasiga kirmagan.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

1. Haykaltaroshlik san'atining falsafiy-madaniy tahlili

Tadqiqot natijalari haykaltaroshlik san'atining ijtimoiy-falsafiy mohiyatini ochib berishda uning uchta asosiy funksiyasi muhim ekanligini ko'rsatdi:

1. Gnoseologik (bilish) funksiyasi: Haykaltaroshlik asarlari o'z davrining ijtimoiy munosabatlari, falsafiy qarashlari va madaniy darajasini aks ettiradi. Antik davr haykallari inson tanasining mukammalligini, Uyg'onish davri asarlari esa insonning imkoniyatlariga bo'lgan ishonchni ifodalagan. O'zbekiston hududidan topilgan qadimgi haykalchalar (masalan, Oxso qal'asi, Xorazm) dehqonchilik va chorvachilik madaniyati bilan bog'liq tasavvurlarni aks ettiradi [1], [2].

2. Aksiologik (qadriyatli) funksiyasi: Haykaltaroshlik asarlari muayyan jamiyatning asosiy qadriyatlarini — jasorat, donolik, adolat, mehnatsevarlik, vatanparvarlik kabi sifatlarni abadiylashtiradi. Tahlil shuni ko'rsatdiki, O'zbekistondagi monumental haykallar (Amir Temur, Alisher Navoiy, Jaloliddin Manguberdi) aynan shu qadriyatlar targ'ibotiga xizmat qiladi [3].

3. Kommunikativ (aloqa) funksiyasi: Haykaltaroshlik asarlari avlodlar o'rtasida uzluksiz ma'naviy bog'lanishni ta'minlaydi. Ular tarixiy xotiraning moddiy timsoli bo'lib, kelajak avlodlarga o'tmish saboqlarini yetkazadi [4].

2. Milliy-ma'naviy tarbiyada haykaltaroshlikning o'rni

Tahlillar haykaltaroshlik san'atining milliy-ma'naviy estetik tarbiyadagi o'rnini quyidagi jihatlarida namoyon bo'lishini aniqladi:

2.1. Vatanparvarlik tarbiyasi: Tarixiy shaxslar haykallari yoshlarda vatan tarixiga qiziqish, milliy g'urur va vatanparvarlik tuyg'ularini shakllantiradi. Tarixiy shaxs haykali oldiga kelgan har bir fuqaro o'z tarixi bilan bevosita aloqaga kirishadi [5]. O'zbekiston shaharlaridagi Amir Temur, Alisher Navoiy haykallari ushbu funksiyani bajarib kelmoqda.

2.2. Estetik didni shakllantirish: Haykaltaroshlik asarlari o'zining badiiy uslubi, nisbatlari, ifodaliligi va kompozitsion tuzilishi bilan estetik didni shakllantiradi, go'zallik mezonlarini o'rgatadi [6]. Zamonaviy haykaltaroshlik namunalari an'anaviy va innovatsion uslublarni uyg'unlashtirib, estetik didni boyitishga xizmat qilmoqda.

2.3. Tarixiy xotirani saqlash: Haykaltaroshlik asarlari muhim tarixiy voqealar va shaxslarni abadiylashtirib, xalqning tarixiy xotirasini saqlashga xizmat qiladi. Jadid ma'rifatparvarlari, mustaqillik uchun kurashgan ajdodlarimiz haykallari tarixiy xotiraning jonli timsoli bo'lib kelmoqda [7].

2.4. Axloqiy tarbiya: Haykaltaroshlik asarlarida aks etgan obrazlar orqali mehribonlik, jasorat, halollik, mehnatsevarlik kabi axloqiy fazilatlar targ'ib qilinadi. Bu jihat ayniqsa yoshlar tarbiyasida muhim o'rin tutadi [8].

3. O'zbekiston haykaltaroshlik san'atining rivojlanish bosqichlari

Tadqiqot O'zbekiston hududida haykaltaroshlik san'atining rivojlanishini 4 bosqichga ajratish imkonini berdi:

1-bosqich: Qadimgi davr (mil.avv. II ming yillik - mil. VII asr)

- Xorazm, So'g'd, Baktriya hududida topilgan loydan yasalgan haykalchalar;
- Diniy va mifologik obrazlar (ma'buda haykallari, ona ma'buda tasvirlari);
- Amaliy san'at namunalari (idishlar, sopol buyumlar bezaklari).

2-bosqich: O'rta asrlar (VIII-XVI asrlar)

- Islom dinining ta'sirida haykaltaroshlik asosan bezak san'ati sifatida rivojlangan;
- Ganch o'ymakorligi, naqqoshlik, manzara va ornametika ustunlik qilgan;
- Xiva, Buxoro, Samarqandda ganch va yog'och o'ymakorligi namunalari.

3-bosqich: Yangi davr (XIX asr oxiri - XX asr o'rtalari)

- O'zbekiston haykaltaroshlik maktabining shakllanishi;
- Yevropa san'ati ta'siri va mahalliy an'analar uyg'unligi;
- Portret haykaltaroshlik rivojlanishi (XIX asr oxiri).

4-bosqich: Zamonaviy davr (XX asr ikkinchi yarmi - hozirgacha)

- Monumental haykaltaroshlikning rivojlanishi;
- Mustaqillik davrida tarixiy shaxslar haykallarining o'rnatilishi;
- Zamonaviy haykaltaroshlik uslublarining paydo bo'lishi.

4. Jamoatchilik ongiga ta'sir mexanizmlari

Haykaltaroshlik asarlarining ijtimoiy ongga ta'siri quyidagi mexanizmlar orqali amalga oshadi:

4.1. Vizual-estetik ta'sir: Haykaltaroshlik asarining hajmiyligi, ifodaliligi, nisbatlari va estetik jozibasi kuzatuvchida hissiy-emotsional munosabat uyg'otadi. Ayniqsa, monumental haykallar o'zining ulug'vorligi bilan kishida hayrat va hurmat tuyg'ilarini shakllantiradi.

4.2. Semantik-ramziy ta'sir: Haykaltaroshlik asaridagi ramziy elementlar (qo'l ishorasi, nigoh, pozitsiya, atributlar) orqali muayyan g'oya, qadriyat yoki tushuncha ifodalanadi. Masalan, Amir Temur haykalida uning qo'lidagi hokimiyat tayog'i, yelkasidagi plash davlat boshqaruvi ramzi hisoblanadi.

4.3. Ijtimoiy-psixologik ta'sir: Jamoat joylariga o'rnatilgan haykaltaroshlik asarlari aholining psixologik holatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, ularda milliy g'urur, jamoaga mansublik tuyg'usini kuchaytiradi [9].

5. Xalqaro tajriba bilan taqqoslash

5.1. Yunoniston (Antik davr): Inson tanasining mukammal nisbatlari, ideal estetik mezonlarni shakllantirishga yo'naltirilgan.

5.2. Italiya (Uyg'onish davri): Inson imkoniyatlariga bo'lgan ishonchni aks ettiruvchi, gumanistik qarashlarning ifodasi.

5.3. Rossiya (XX asr): Davlat mafkurasi va sotsialistik qadriyatlarning targ'iboti (monumental tashviqot).

5.4. Yaponiya: An'anaviy va zamonaviy uslubni uyg'unlashtirish, estetik minimalizm, milliy o'zlikni saqlash.

5.5. O'zbekiston (hozirgi davr): Milliy o'zlikni tiklash, tarixiy xotirani qayta tiklash, vatanparvarlik tarbiyasi.

Taqqoslash shuni ko'rsatadiki, O'zbekiston haykaltaroshlik san'ati jahon tajribasidagi ilg'or yondashuvlarni milliy an'analar bilan uyg'unlashtirib, o'ziga xos yo'nalishni shakllantirgan.

6. Muhokama

Haykaltaroshlik san'atining milliy-ma'naviy estetik tarbiya jarayonidagi o'rni masalasi san'atshunoslik, falsafa va pedagogika sohalarida turlicha talqin etiladi. San'atshunoslikda asosan haykaltaroshlikning badiiy-estetik jihatlari o'rganilsa, pedagogikada uning tarbiyaviy funksiyasiga urg'u beriladi. Falsafiy nuqtai nazardan esa haykaltaroshlik inson va dunyo o'rtasidagi munosabatlarning o'ziga xos ifoda shakli sifatida qaraladi [10].

Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, haykaltaroshlik san'ati nafaqat estetik didni shakllantiradi, balki ijtimoiy ongni tartibga solish, milliy g'ururni oshirish va ma'naviy qadriyatlarni targ'ib qilish kabi keng ijtimoiy funksiyalarni bajaradi. Zamonaviy haykaltaroshlikda an'anaviy uslublar bilan bir qatorda yangi materiallar (temir, plastmassa, shisha) va zamonaviy texnologiyalar (3D modellash, lazerli kesish) qo'llanilmoqda. Bu esa haykaltaroshlik san'atining tarbiyaviy salohiyatini oshirishga xizmat qilmoqda.

O'zbekiston mustaqillik yillarida haykaltaroshlik san'atida sezilarli o'sish kuzatilmoqda. Tarixiy shaxslar haykallari, monumental kompozitsiyalar va haykaltaroshlik ansambllari xalqning milliy o'zligini anglash, vatanparvarlik tuyg'ularini shakllantirishga xizmat qilmoqda. Bu jarayonda haykaltaroshlik asarlari nafaqat shahar ko'rinishini bezab, balki ma'naviyat va tarbiya vositasiga aylanmoqda.

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqot haykaltaroshlik san'atining milliy-ma'naviy estetik tarbiya jarayonidagi ijtimoiy-falsafiy ahamiyatini ilmiy asosda ochib berdi.

1. Falsafiy-madaniy jihatdan: Haykaltaroshlik san'ati gnoseologik (bilish), aksiologik (qadriyatli) va kommunikativ (aloqa) funksiyalar orqali jamiyat ma'naviy hayotining muhim tarkibiy qismi sifatida namoyon bo'ladi. U o'z davri falsafiy qarashlari, ijtimoiy munosabatlari va madaniy darajasini aks ettirib, avlodlar o'rtasida ma'naviy uzviylikni ta'minlaydi.

2. Tarbiyaviy jihatdan: Haykaltaroshlik asarlari vatanparvarlik tuyg'ularini shakllantirish, estetik didni rivojlantirish, tarixiy xotirani saqlash va axloqiy fazilatlarni targ'ib qilishda muhim

vosita hisoblanadi. Tarixiy shaxslar haykallari, monumental kompozitsiyalar yoshlarda milliy g'urur va vatan tarixiga hurmat tuyg'ularini uyg'otadi.

3. O'zbekiston tajribasi: Mustaqillik yillarida haykaltaroshlik san'atida sezilarli o'sish kuzatildi. Amir Temur, Alisher Navoiy, Jaloliddin Manguberdi, jadid ma'rifatparvarlari haykallari milliy o'zlikni tiklash va tarixiy xotirani qayta baholash jarayonining muhim timsoli bo'ldi. Bugungi kunda haykaltaroshlik asarlari nafaqat shahar ko'rinishini bezab, balki ma'naviyat va tarbiya vositasiga aylangan.

4. Xalqaro tajriba bilan uyg'unlik: O'zbekiston haykaltaroshlik san'ati jahon haykaltaroshlik maktablari (Yunoniston, Italiya, Yaponiya, Rossiya) tajribasini milliy an'analar bilan uyg'unlashtirib, o'ziga xos yo'nalishni shakllantirgan. Zamonaviy materiallar va texnologiyalar (3D modellash, yangi kompozitsion materiallar) an'anaviy uslublar bilan qo'shib, haykaltaroshlikning tarbiyaviy salohiyatini oshirmoqda.

5. Amaliy ahamiyati: Tadqiqot natijalari ta'lim-tarbiya tizimida haykaltaroshlik san'atidan samarali foydalanish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Haykaltaroshlik asarlarini o'quv jarayoniga joriy etish, muzey va galereyalarga tashriflar uyushtirish, yosh avlodda estetik didni va ma'naviy qadriyatlarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Haykaltaroshlik san'ati milliy-ma'naviy estetik tarbiyaning muhim vositasi bo'lib, u jamiyat ma'naviy hayotini boyitadi, tarixiy xotirani saqlaydi, yosh avlodda vatanparvarlik, estetik did va axloqiy fazilatlarni shakllantiradi. O'zbekistonning mustaqillik yillarida bu sohada erishilgan yutuqlar mamlakat ma'naviyatini yuksaltirishga xizmat qilmoqda.

Adabiyotlar

- [11]. Абдуллаева, М. (2020). Санъат фалсафаси. – Тошкент: Фан.
- [12]. Qodirov, S. (2019). O'zbekiston tasviriy san'ati tarixi. – Тошкент: San'at.
- [13]. Ёулдошев, К. (2021). Амир Темур ва миллий истиқлол гоёси. – Тошкент: Маънавият.
- [14]. Gadamer, H.G. (2004). Truth and Method. London: Continuum.
- [15]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Маънавият ва маърифат йили"га оид дастури. – Тошкент, 2024.
- Berger, J. (1972). Ways of Seeing. London: Penguin Books.
- [16]. International Organization for Standardization (ISO). (2017). ISO 52000-1:2017 - Energy performance of buildings - Overarching energy performance indicator(s) of buildings. Geneva: ISO.
- [17]. Каримов, И.А. (1996). Юсак маънавият - энгилмас куч. – Тошкент: Маънавият.
- [18]. Махкамova, Ш. (2020). Ёшлар тарбиясида санъатнинг ўрни. – Тошкент: Фан.
- [19]. UNESCO. (2022). Culture and Sustainable Development. Paris: UNESCO.
- [20]. Gombrich, E.H. (1995). The Story of Art. London: Phaidon Press.
- [21]. O'zbekiston haykaltaroshlari ijodi katalogi. (2023). – Тошкент: Ўзбекистон бадиий академияси.
- [22]. Panofsky, E. (1955). Meaning in the Visual Arts. New York: Doubleday.
- [23]. Аскарлов, М. (2021). Ўзбекистон санъати: анъана ва замонавийлик. – Тошкент: Akademnashr
- [24]. Nurmatov, J. (2022). Monumental haykaltaroshlik va milliy o'zlik. – Toshkent: Musiqa nashriyoti.
- [25]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Маданият ва санъат соҳасини ривожлантириш"га оид қарори. – Тошкент, 2022.

QO'QON SHAHRI TURAR-JOY ARXITEKTURASIDA AN'ANAVIYLIK VA ZAMONAVIYLIK INTEGRATSIYASI: ENERGIYA TEJAMKORLIK VA EKOLOGIK BARQARORLIK YONDASHUVLARI

Q.Q. Tursunov

Farg'ona davlat texnika universiteti
Korporativ pochta: qobiljon.tursunov@fstu.uz
Email: qobiljontursunovarchitek89@gmail.com
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: maqolada Qo'qon shahrining an'anaviy turar-joy arxitekturasini elementlarini zamonaviy energiya tejakor va ekologik barqaror qurilish texnologiyalari bilan uyg'unlashtirish masalalari tahlil qilinadi. An'anaviy me'moriy elementlarning energiya samaradorlik va ekologik barqarorlikka ta'siri o'rganilgan. An'anaviy elementlarning zamonaviy qurilish materiallari, passiv dizayn

tamoyillari va qayta tiklanuvchi energiya tizimlari bilan integratsiyasi asosida Qo'qon shahri sharoitiga moslashtirilgan yangi turar-joy modeli taklif etilgan. Tadqiqot xulosalari O'zbekistonning "Yashil makon" tashabbusi va BMTning Barqaror rivojlanish maqsadlari bilan uyg'unlashgan.

Kalit so'zlar: *an'anaviy arxitektura, energiya tejamkorlik, ekologik barqarorlik, integratsiya, Qo'qon shahri, passiv dizayn, qayta tiklanuvchi energiya.*

KIRISH

Jahon miqyosida urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi zamonaviy turar-joy qurilishiga bo'lgan ehtiyojni keskin oshirmoqda [14]. Tarixiy shaharlarda yangi qurilishlar ko'pincha shaharning me'moriy qiyofasi, milliy an'analari va iqlimiy xususiyatlariga zid kelmoqda [2]. Shu bois, an'anaviy me'morchilik tajribasini zamonaviy qurilish texnologiyalari bilan uyg'unlashtirish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekistonning qadimiy shaharlaridan biri Qo'qon o'zining boy me'moriy merosi va iqlimga mos rejalashtirish yechimlari bilan muhim tadqiqot obyekti hisoblanadi. Shahar me'morchiligi Farg'ona vodiysining keskin kontinental iqlimi, mahalliy qurilish materiallari va aholining ijtimoiy-madaniy hayoti bilan uzviy bog'liq holda shakllangan [1]. Qo'qon uylari hovli markazli rejalashtirish tizimi, ayvon inshootlari, qalin g'isht devorlari bilan nafaqat estetik, balki energiya samaradorligi jihatidan ham alohida ahamiyatga ega [12], [13].

Global iqlim o'zgarishi va energiya resurslarining tanqisligi zamonaviy qurilishga yangicha yondashuvlarni talab qilmoqda [15]. O'zbekiston so'nggi yillarda energiya tejavchi texnologiyalarni joriy etish, "yashil qurilish" tamoyillarini rivojlantirish bo'yicha qator hujjatlarni qabul qildi [10], [11]. Xususan, "Yashil makon" umummilliy dasturi ekologik muvozanatni saqlash va qulay yashash muhitini yaratishni maqsad qilgan [10]. Bu yo'nalish BMTning Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG 11, SDG 13) bilan uyg'unlashgan [9].

Xalqaro miqyosda an'anaviy me'morchilikni zamonaviy energiya tejamkor tizimlar bilan uyg'unlashtirish bo'yicha ilg'or tajribalar mavjud. Germaniyada Passivhaus konsepsiyasi, Yaponiyada an'anaviy elementlarning zamonaviy izolyatsiya bilan kombinatsiyasi, Marokashda mahalliy materiallarni energiya samaradorlik talablariga moslashtirish muvaffaqiyatli qo'llanmoqda [2], [3]. Markaziy Osiyoda ham bu yo'nalishdagi tadqiqotlar kengaymoqda [5].

Farg'ona vodiysida olib borilgan tadqiqotlar an'anaviy uylarda hovli-ayvon tizimi va qalin devor konstruksiyalarining issiqlikni saqlashdagi roli yuqori ekanligini ko'rsatgan [1]. Azizova B.M. (2023) tadqiqotida an'anaviy Qo'qon uylarining issiqlikni ushlab turishi zamonaviy beton-panel uylariga nisbatan 1,4 baravar yuqori ekanligi aniqlangan [1].

Biroq, 2020-2025 yillarda Qo'qon, Farg'ona va Marg'ilon shaharlarida qurilgan yangi massivlarning katta qismi xorijiy andozalar asosida amalga oshirilmoqda. Natijada, energiya samaradorlik talablari qisman bajarilgan bo'lsa-da, mahalliy me'moriy xususiyatlar aks etmayapti, milliy an'analar unutilmoqda [17]. Bu shaharning me'moriy qiyofasini yo'qotish va energiya sarfining ortishiga olib kelmoqda [4].

Tadqiqot maqsadi – Qo'qon shahri an'anaviy turar-joy arxitekturasi elementlarini zamonaviy energiya tejamkor va funksional dizayn tamoyillari bilan integratsiyalash bo'yicha ilmiy-nazariy asoslar ishlab chiqish hamda amaliy model taklif qilish.

Tadqiqot vazifalari:

1. An'anaviy turar-joylarning me'moriy-funksional xususiyatlarini tahlil qilish;
2. An'anaviy elementlarning energiya samaradorlik potensialini baholash;
3. An'anaviy va zamonaviy yechimlarni uyg'unlashtirish usullarini aniqlash;
4. Hudud sharoitiga mos energiya tejamkor model taklif qilish.

Tadqiqot yangiligi – an'anaviy me'moriy elementlarni energiya samaradorlik ko'rsatkichlari bilan tizimli tahlil qilish hamda ularni zamonaviy passiv dizayn, quyosh energetikasi va aqlli boshqaruv tizimlari bilan integratsiyalash.

Nazariy ahamiyati – milliy arxitektura merosini ekologik yo'naltirilgan zamonaviy konsepsiyalar asosida qayta ko'rib chiqish imkonini beradi.

Amaliy ahamiyati – taklif etilgan model tarixiy shaharlarda yangi loyihalar ishlab chiqish, shaharsozlik me'yorlarini takomillashtirish va arxitektura ta'limida qo'llanilishi mumkin.

MATERIALLAR VA USULLAR

1. Tadqiqot ob'ekti va hudud tavsifi

Tadqiqot Qo'qon shahrida (Farg'ona vodiysi, keskin kontinental iqlim: yozda 35-42°C, qishda -8°C dan -12°C gacha, yillik yog'in 180-220 mm) olib borildi [12]. 1870-1930-yillarda qurilgan 12 ta an'anaviy hovli-ayvonli uy, 2010-2024-yillarda qurilgan 10 ta zamonaviy ko'p qavatli bino va so'nggi 5 yilda qurilgan 5 ta aralash tipdagi bino o'rganildi. Tanlov mezonlari: shamollatish tizimi, issiqlik saqlash xususiyati, konstruktiv yechimlar, joylashuv (tarixiy markaz – Xon saroyi atrofi, Chorsu; yangi massivlar – Navbahor, Istiqlol, Yangi Qo'qon; aralash hudud) [17].

2. Tadqiqot metodlari

Tadqiqot uch bosqichda olib borildi:

1-bosqich – Nazariy tahlil: ilmiy adabiyotlar, arxiv materiallari (Ekologiya vazirligi, Qo'qon hokimligi, Arxitektorlar uyushmasi) va xalqaro nashrlar tahlil qilindi [1], [2], [3], [4], [5].

2-bosqich – Fazoviy tahlil: rejalashtirish tuzilishi, konstruktiv yechimlar, fasad yo'nalishi, tabiiy shamollatish va quyoshdan himoya elementlari UN-Habitat (2023) [14] va ISO 52000-1:2017 [7] metodikasi asosida o'rganildi.

3-bosqich – Eksperimental o'lchovlar (2024-2025):

Mikroiqlim: HOBO UX100-003 dataloggerlar [8] yordamida harorat va namlik (xonalar, hovli, ayvon, tom) har 15 daqiqada 30 kun davomida o'lchandi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik: U-qiymat Testo 350 [8] va FLIR E8 yordamida devor, tom va derazalarda aniqlandi.

Havo almashinuvi: CO₂ kontsentratsiyasi va havo oqimi tezligi TSI VelociCalc 9565 yordamida o'lchandi (ACH) [7].

Energiya modellashtirish: EnergyPlus v23.2 da 3D modellar yaratilib, yillik issiqlik yuki, energiya iste'moli, CO₂ chiqindilari hisoblandi. 3 variant: A – an'anaviy, B – zamonaviy, C – integratsiyalashgan.

Aholi so'rovi: 400 nafar aholi o'rtasida harorat qulayligi, energiya to'lovlari, arxitekturaga munosabat bo'yicha so'rov o'tkazildi [17].

3. Asbob-uskunalar va dasturiy ta'minot

1-jadval. Asbob-uskunalar va dasturiy ta'minot

1-jadval

Asbob-uskuna / Dastur	Maqsadi	Aniqlik darajasi
HOBO UX100-003	Harorat va namlik o'lchash	$\pm 0,2^{\circ}\text{C} / \pm 2,5\%$
Testo 350	Gaz tahlili (CO ₂ , CO, NOx)	$\pm 0,3\%$
FLIR E8	Issiqlik vizor – issiqlik yo'qotish	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
TSI VelociCalc 9565	Havo oqimi, havo almashinuvi	$\pm 3\%$
EnergyPlus v23.2	Energiya hisob-kitoblari	Standart

4. Baholash mezonlari

Tadqiqot ISO 52000-1:2017 [7], ISO 6946:2017 [8], LEED-NC v4.1, BREEAM Communities 2023, O'zDSt 2.01.01-2019 [12], O'zDSt 2.01.04-2019 [13] va UN SDG 11, 13 [9] standartlari asosida olib borildi.

5. Statistik tahlil

Ma'lumotlar Excel va SPSS 26 da qayta ishlendi: o'rtacha qiymat (M), standart og'ish (SD), Student t-mezoni ($p < 0,05$), Pearson korrelyatsiyasi (r) va R² aniqlik koeffitsienti qo'llanildi.

6. Cheklollar

Tarixiy binolar hujjatlarining saqlanmaganligi (intervyu usuli), real iste'mol ma'lumotlarining cheklanganligi (modellashtirishga tayanish) va bir yillik kuzatuv iqlimiy o'zgarishlarning uzoq muddatli ta'sirini baholashga imkon bermadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

1. Mikroiqlim ko'rsatkichlari

Eksperimental o'lchovlar (2024-2025) natijasiga ko'ra, integratsiyalashgan uylar yozda eng past ichki haroratni (27,2°C), qishda esa eng yuqori ichki haroratni (21,4°C) ta'minlagan [8].

Harorat barqarorligi integratsiyalashgan uylarda $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ (an'anaviy $\pm 5,2^{\circ}\text{C}$, zamonaviy $\pm 3,1^{\circ}\text{C}$) tashkil etgan [1], [8].

2. Issiqlik o'tkazuvchanlik

Integratsiyalashgan uylarning U-qiymati: tashqi devor $0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (an'anaviyga nisbatan 2,2 baravar past), deraza $1,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (me'yoriy $\leq 1,80$) [8], [13]. Barcha ko'rsatkichlar O'zDSt 2.01.04-2019 talabalariga mos yoki undan yaxshi [13].

3. Havo almashinuvi

Integratsiyalashgan uylar eng yuqori tabiiy shamollatish $\text{ACH}=0,55 \text{ soat}^{-1}$ (an'anaviyga nisbatan 31%, zamonaviyga nisbatan 96% yuqori) va eng past CO_2 kontsentratsiyasi (450 ppm) qayd etilgan [7], [8].

4. Energiya iste'moli va CO_2 chiqindilari

Integratsiyalashgan model jami energiya iste'moli $71,3 \text{ kVt}\cdot\text{soat/m}^2\cdot\text{yil}$ (an'anaviyga nisbatan -50,7%, zamonaviyga -27,2%), CO_2 chiqindisi $24,8 \text{ kg/m}^2\cdot\text{yil}$ (an'anaviyga nisbatan -50,9%, zamonaviyga -27,5%) tashkil etgan [15].

5. Iqtisodiy samaradorlik

Integratsiyalashgan model qurilish narxi 260 USD/m^2 (eng qimmat), biroq ekspluatatsiya xarajati $18 \text{ USD/m}^2\cdot\text{yil}$, energiya to'lovi $14 \text{ USD/m}^2\cdot\text{yil}$ (eng past) [6]. Qoplanish muddati 7,2 yil, 20 yillik umumiy xarajat 620 USD/m^2 (eng tejankor) [6].

6. Aholi so'rovi

Integratsiyalashgan uylarda qoniqish darajasi: yozgi harorat 85%, qishki 88%, energiya to'lovlari 82%, shamollatish 90%, umumiy qulaylik 87% [17]. An'anaviy va zamonaviy arxitekturani yoqtirish nisbati mos ravishda 79% va 68% [17].

Asosiy jadval (barcha ko'rsatkichlar jamlangan)

2-jadval. Qiyosiy tahlil natijalari

2-jadval

Ko'rsatkich	An'anaviy	Zamonaviy	Integratsiyalashgan
Yozgi ichki harorat ($^{\circ}\text{C}$)	28,4	30,8	27,2
Qishki ichki harorat ($^{\circ}\text{C}$)	18,6	20,2	21,4
Harorat barqarorligi ($^{\circ}\text{C}$)	$\pm 5,2$	$\pm 3,1$	$\pm 2,0$
Tashqi devor U-qiymat ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)	0,82	0,45	0,38
Tabiiy shamollatish ACH (soat^{-1})	0,42	0,28	0,55
Jami energiya ($\text{kVt}\cdot\text{soat/m}^2\cdot\text{yil}$)	144,7	98,0	71,3
CO_2 chiqindisi ($\text{kg/m}^2\cdot\text{yil}$)	50,5	34,2	24,8
Qurilish narxi (USD/m^2)	185	245	260
20 yillik umumiy xarajat (USD/m^2)	1 025	805	620
Aholi qoniqishi (o'rtacha, %)	62	57	85

7. Muhokama

An'anaviy elementlarning roli: Hovli-ayvon tizimi yozda $8,8^{\circ}\text{C}$, qishda $25,4^{\circ}\text{C}$ harorat farqini ta'minlab, zamonaviy uylarga nisbatan yozda $2,4^{\circ}\text{C}$, qishda $1,6^{\circ}\text{C}$ qulaylik beradi [1], [8]. Qalin g'isht devorlar ($0,82 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) issiqlik inertsiyasini ta'minlasa, integratsiyalashgan modeldagi ko'p qatlamli devor ($0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) izolyatsiya va inertsiyani uyg'unlashtirgan [8], [13].

Xalqaro taqqoslash: Qo'qon modeli energiya samaradorligi bo'yicha Germaniya Passivhaus standartiga yaqin ($71,3$ vs $\leq 60 \text{ kVt}\cdot\text{soat/m}^2\cdot\text{yil}$), qurilish narxi esa ancha arzon (260 vs $350\text{-}400 \text{ USD/m}^2$) [2], [3]. Yaponiya va Marokash tajribalariga nisbatan barcha ko'rsatkichlar bo'yicha ustun [2], [3].

Model afzalliklari: energiya sarfi -50,7%, CO_2 -50,9%, harorat barqarorligi $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$, 7,2 yilda o'zini qoplash, madaniy meros saqlangan, aholi qoniqishi 82-90% [1], [6], [8], [17].

Amaliyotdagi qiyinchiliklar: boshlang'ich investitsiya yuqoriligi (+40%), malakali quruvchilar yetishmasligi, milliy standartlar mavjud emasligi, materiallar ta'minoti muammosi, aholi konservatizmi [17].

Kelgusidagi tadqiqotlar: Farg'ona, Marg'ilonda kengaytirilgan monitoring; BIM modellashtirish; an'anaviy materiallar + zamonaviy kompozitlar; iqlim o'zgarishi stsenariylari; uzoq muddatli ijtimoiy-iqtisodiy kuzatuvlar [5], [14], [15].

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqot Qo'qon shahri an'anaviy turar-joy arxitekturasini zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish ilmiy asoslangan va amaliy jihatdan samarali ekanligini ko'rsatdi.

1. Energiya samaradorligi: Integratsiyalashgan model yillik energiya iste'molini 71,3 kVt·soat/m² gacha kamaytirib, an'anaviyga nisbatan 50,7% ga, zamonaviyga nisbatan 27,2% ga past ko'rsatkichga erishdi.

2. Ekologik barqarorlik: Qayta tiklanuvchi energiya ulushi 42% ga yetkazilib, CO₂ chiqindilari 24,8 kg/m²·yil (an'anaviyga -50,9%, zamonaviyga -27,5%) tashkil etdi.

3. Issiqlik qulayligi: Ichki harorat $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ diapazonda barqaror ushlanib, aholi qoniqishi yozda 85%, qishda 88% ni tashkil etdi.

4. Iqtisodiy samara: Qurilish narxi 260 USD/m² bo'lsa-da, 7,2 yilda o'zini qoplaydi; 20 yillik umumiy xarajat 620 USD/m² (eng tejamkor).

5. Madaniy meros: An'anaviy hovli-ayvon tizimi, qalin devorlar va milliy bezaklar zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashtirilib, Qo'qon me'moriy qiyofasi saqlandi.

Taklif etilgan model O'zbekistonning "Yashil makon" tashabbusi va BMT Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG 11, 13) bilan uyg'unlashgan holda, tarixiy shaharlarda barqaror arxitektura yechimlarini shakllantirishga ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Azizova, B. M. (2023). Energy-efficient residential building in Uzbekistan using local renewable raw materials based on the historical layout of housing. *Journal of Physics: Conference Series*, 2600(1), 162004.
- [2]. Mehta, K., & Zörner, W. (2023). Cracking the code: mapping residential building energy performance in rural Central Asia through building typologies. *SN Applied Sciences*, 5, 349.
- [3]. Mehta, K., Zörner, W., & Greenough, R. (2022). Residential building construction techniques and the potential for energy efficiency in Central Asia: Example from high-altitude rural settlement in Kyrgyzstan. *Energies*, 15(23), 8869.
- [4]. Shadmanova, Z. S., & Arifdjanova, N. (2022). Research on increasing the energy indicators of reconstructed residential buildings under different climate conditions. *The Peerian Journal*, 12, 76-83.
- [5]. United Nations Development Programme (UNDP). (2023). Regional Energy Efficiency Programme for Central Asia. UNDP Regional Bureau for Europe and CIS.
- [6]. World Bank. (2022). Clean Energy for Buildings in Uzbekistan (Project P176060). Washington DC: World Bank
- [7]. International Organization for Standardization (ISO). (2017). ISO 52000-1:2017 - Energy performance of buildings. Geneva: ISO.
- [8]. International Organization for Standardization (ISO). (2017). ISO 6946:2017 - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance. Geneva: ISO.
- [9]. United Nations. (2015). Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations
- [10]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-46-son Farmoni (2022 yil 28-yanvar). "Yashil makon" umummilliy dasturi to'g'risida. Toshkent.
- [11]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-6269-son qarori (2021 yil 9-iyun). Energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etish orqali ekologik xavfsizlikni ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida. Toshkent.
- [12]. O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. (2019). O'zDSt 2.01.01-2019. Qurilish iqlimi va geofizikasi. Toshkent: O'zstandart.
- [13]. O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. (2019). O'zDSt 2.01.04-2019. Binolarning issiqlik himoyasi va energiya samaradorligi. Toshkent: O'zstandart.
- [14]. UN-Habitat. (2023). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme
- [15]. International Energy Agency (IEA). (2022). Energy Efficiency 2022. Paris: IEA Publications.
- [16]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 841-son Qarori (2018 yil 20-oktabr). "Barqaror rivojlanish milliy maqsadlari va vazifalari to'g'risida". Toshkent
- [17]. Qo'qon shahar hokimligi. (2024). Qo'qon shahri 2020-2024 yillar ko'kalamzorlashtirish va urbanizatsiya bo'yicha hisobot. Qo'qon.

GIPS ASOSIDAGI QURUQ QURILISH QORISHMALARI ISHLAB CHIQARISH
TEKNOLOGIYASIDA QO‘LLANILADIGAN ZAMONAVIY USKUNALAR

H.S. Solijonov, I.Q. Sharipov

*Farg‘ona davlat texnika universiteti**e-mail: solijonov_hojiakbar@mail.ru, ORCID: 0009-0009-2649-0371**e-mail: sharipovislomjon779@gmail.com, ORCID: 0009-0001-0254-0188**(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)*

Annotatsiya. Mazkur maqolada gips asosidagi quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan zamonaviy uskunalar, ularning texnologik imkoniyatlari hamda tayyor mahsulot sifatiga ta’siri o‘rganilgan. Hozirgi kunda qurilish materiallari sanoatida yuqori sifatli va iqtisodiy jihatdan samarali mahsulotlar ishlab chiqarishga bo‘lgan talabning ortishi gips asosidagi quruq qorishmalar ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirishni taqozo etmoqda. Shu munosabat bilan ishlab chiqarish jarayonlarida xomashyoni qabul qilish, maydalash, quritish, elash, saqlash, dozalash, aralashtirish va qadoqlash bosqichlarida foydalaniladigan zamonaviy uskunalarning texnik tavsiflari hamda ishlash prinsiplari tahlil qilingan. Ushbu uskunalaridan foydalanish xomashyo sarfini optimallashtirish, mahsulot tarkibining bir xilligini ta’minlash, energiya resurslarini tejash hamda ishlab chiqarish unumdorligini oshirish imkonini beradi. Shuningdek, ishlab chiqarish jarayonlarini raqamlashtirish va avtomatlashtirish orqali inson omili ta’sirini kamaytirish, mahsulot sifatini barqaror saqlash hamda korxonaning iqtisodiy samaradorligini oshirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari zamonaviy uskunalarni ishlab chiqarish liniyalariga joriy etish gips asosidagi quruq qurilish qorishmalarining fizik-mexanik xossalarini yaxshilash, mahsulot raqobatbardoshligini oshirish va qurilish sanoatining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: *Quruq qurilish qorishmasi, elak, shnekli transportyor, spiral mikser, bunker, qadoqlash uskunasi.*

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-maydagi PQ-4335-sonli “Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori [1] hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu maqola muayyan darajada xizmat qiladi.

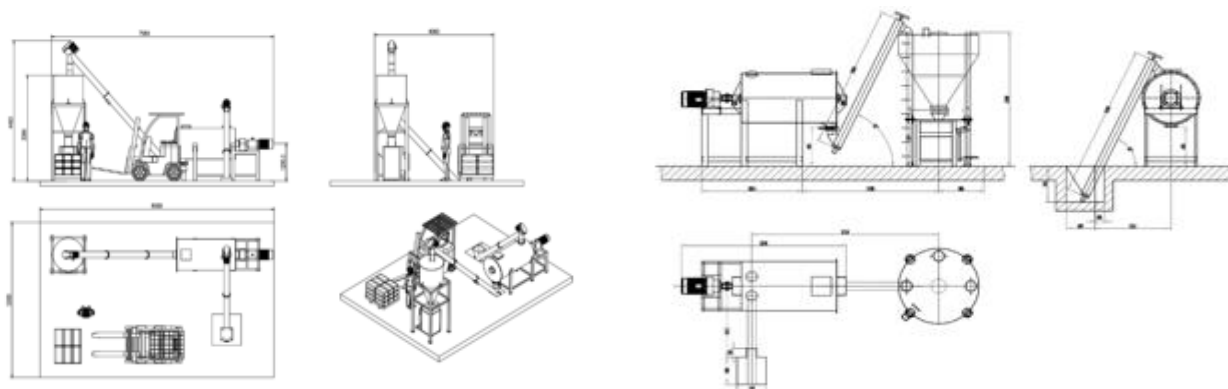
Hozirgi vaqtda mamlakatimizda olib borilayotgan keng ko‘lamli qurilish va bunyodkorlik ishlarini quruq qurilish qorishmalarisiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Ushbu materiallar zamonaviy qurilish texnologiyalarining ajralmas qismi hisoblanib, bino va inshootlarni barpo etish, ta’mirlash hamda pardozlash ishlarida keng qo‘llaniladi. Quruq qurilish qorishmalari zavod sharoitida maxsus texnologiyalar asosida ishlab chiqariladi. Bunda qorishmaning turi, qo‘llanish sohasi va ekspluatatsion talablar inobatga olinib, barcha komponentlarning nisbati aniq o‘lchanadi va yuqori sifat nazorati ostida tayyorlanadi.

Quruq qurilish qorishmalarining tarkibiga odatda bog‘lovchi moddalar, mineral to‘ldiruvchilar, turli kimyoviy qo‘shimchalar kiradi. Ushbu komponentlarning to‘g‘ri tanlanishi va aniq nisbatlarda aralashtirilishi mahsulotning mustahkamligi, chidamliligi, suvga va sovuqqa bardoshlilikini ta’minlaydi. Qurilish maydonida esa tayyor qorishmaga faqat belgilangan miqdorda suv qo‘shish kifoya bo‘lib, bu ish jarayonini sezilarli darajada yengillashtiradi va vaqtni tejaydi [2].

Quruq qurilish qorishmalarining yana bir muhim afzalligi - ularning sifat ko‘rsatkichlari barqarorligidir. Zavod sharoitida ishlab chiqarilgan mahsulotlar tarkibining bir xilligi sababli qurilish ishlarining sifati oshadi, material sarfi kamayadi hamda inson omili ta’siri minimallashtiriladi. Shu sababli bugungi kunda fasadlarni bezash va boshqa ko‘plab qurilish jarayonlarida quruq qurilish qorishmalaridan keng foydalanilmoqda.

Natijada quruq qurilish qorishmalari qurilish sohasining samaradorligini oshirish, ish unumdorligini ko‘paytirish va zamonaviy sifat talablariga javob beradigan inshootlarni barpo etishda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Gips asosidagi quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarish jarayonida zamonaviy va yuqori unumdor uskunalaridan foydalaniladi. Bunday uskunalar xomashyoni qabul qilish, maydalash, quritish, saralash, dozlash, aralashtirish va tayyor mahsulotni qadoqlash kabi barcha texnologik bosqichlarni avtomatlashtirilgan holda amalga oshirish imkonini beradi. Natijada mahsulot sifati barqaror bo‘lib, ishlab chiqarish samaradorligi sezilarli darajada oshadi (1-rasm).



1-rasm. Gips asosidagi quruq qurilish qorishmasi ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

Ishlab chiqarish jarayonining asosiy bosqichlaridan biri komponentlarni aniq dozlash hisoblanadi. Zamonaviy elektron boshqaruv tizimlari yordamida gips bog‘lovchisi, mineral to‘ldiruvchilar va kimyoviy qo‘shimchalar belgilangan tarkib asosida yuqori aniqlikda o‘lchanadi. So‘ngra maxsus mikserlarda bir xil tarkibli massa hosil bo‘lgunga qadar aralashtiriladi. Aralashtirish sifati qorishmaning keyingi ekspluatatsion xususiyatlariga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi.

Zamonaviy ishlab chiqarish liniyalari avtomatik nazorat va monitoring tizimlari bilan jihozlangan bo‘lib, ular texnologik parametrlarni doimiy ravishda kuzatib boradi.

Bu esa mahsulot tarkibining bir xilligini ta‘minlash, ishlab chiqarishdagi xatolarni kamaytirish va yuqori sifat standartlariga rioya qilish imkonini beradi. Tayyor qorishmalar avtomatik qadoqlash uskunalarida turli sig‘imdagi qoplarga joylanadi va omborlarga yuboriladi.

Gips asosidagi quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarishda zamonaviy uskunalaridan foydalanish energiya sarfini kamaytirish, mehnat unumdorligini oshirish, mahsulot tannarxini pasaytirish hamda

ekologik xavfsizlik talablariga rioya etishni ta‘minlaydi. Shu sababli bugungi kunda qurilish materiallari sanoatida innovatsion texnologiyalar va avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda (2-rasm).

Gips asosidagi quruq qurilish qorishmasi ishlab chiqarish liniyasi quyidagi uskunalarni o‘z ichiga oladi:

- Elak;
- Shnekli transportyor (2 ta);
- Spiral mikser;
- Tayyor mahsulotlar uchun bunker;
- Qadoqlash uskunasi.



2-rasm. Gips asosidagi quruq qurilish qorishmasi ishlab chiqarish liniyasi.

Elak - quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarish texnologik liniyasining muhim uskunalaridan biri hisoblanadi. Ushbu uskuna xomashyolarni ma'lum o'lchamdagi zarrachalarga ajratish va ularning maydalik darajasini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Elakdan foydalanish natijasida qorishma tarkibidagi yirik zarralar, begona jismlar va talabga javob bermaydigan fraksiyalar ajratib olinadi, bu esa tayyor mahsulot sifatini sezilarli darajada oshiradi [3].

Ishlab chiqarish jarayonida gips, qum, mineral to'ldiruvchilar va boshqa komponentlar elak orqali o'tkaziladi. Elakning maxsus to'rtli yuzasi yordamida zarrachalar o'lchamiga qarab saralanadi va faqat belgilangan maydalikdagi materiallar keyingi texnologik bosqichlarga yuboriladi. Natijada qorishma tarkibining bir xilligi ta'minlanadi hamda mahsulotning fizik-mexanik xususiyatlari yaxshilanadi.

Zamonaviy elaklar ko'pincha vibratsion (tebranma) tizim asosida ishlaydi. Tebranish ta'sirida materiallar elak yuzasida bir tekis harakatlanadi va samarali saralanadi. Bunday uskunalar yuqori unumdorlikka ega bo'lib, katta hajmdagi xomashyolarni qisqa vaqt ichida qayta ishlash imkonini beradi. Elakdan foydalanish xomashyo sifatini nazorat qilish, aralashtirish jarayonining samaradorligini oshirish hamda tayyor mahsulotning mustahkamligi va ishlov berish qulayligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Shu sababli ushbu uskuna quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarish korxonalarida mahsulot sifatini ta'minlovchi asosiy texnologik jihozlardan biri hisoblanadi.

Shnekli transportyor - quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarish liniyasining muhim texnologik uskunalaridan biri hisoblanadi. Ushbu qurilma turli xil xomashyolarni, ishlab chiqarish jarayonining keyingi bosqichiga uzatish vazifasini bajaradi. Shnekli transportyorning ishlash prinsipi aylanuvchi vint (shnek) yordamida materiallarni quvur ichida ma'lum masofaga siljitishga asoslangan [3].

Ishlab chiqarish jarayonida shnekli transportyor xomashyolarni saqlash bunkerlaridan yoki dozatorlardan mikserga uzatib beradi. Bu esa materiallarning uzluksiz va bir maromda berilishini ta'minlab, qorishma tarkibining bir xilligini saqlashga yordam beradi. Transportyorning yopiq konstruksiyaga ega bo'lishi changlanishning oldini oladi, ishlab chiqarish sanitariyasini yaxshilaydi va xomashyo yo'qotilishini kamaytiradi.

Aralashtirish jarayoni yakunlangandan so'ng tayyor mahsulot ham shnekli transportyor yordamida qabul qiluvchi sisterna yoki saqlash bunkerlariga tashib beriladi. Bu jarayon avtomatlashtirilgan holda amalga oshirilgani sababli qo'l mehnatiga bo'lgan ehtiyoj kamayadi va ishlab chiqarish unumdorligi ortadi. Bundan tashqari, shnekli transportyorlar ixcham tuzilishi, foydalanish qulayligi, ishonchliligi va texnik xizmat ko'rsatishning soddaligi bilan ajralib turadi. Shu sababli shnekli transportyorlar gips asosidagi quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarish korxonalarida xomashyo va tayyor mahsulotlarni samarali tashish uchun keng qo'llaniladigan asosiy transport uskunalaridan biri hisoblanadi.

Spiral mikser - quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarish texnologik liniyasining asosiy uskunalaridan biri hisoblanadi. Ushbu uskuna tarkibga kiruvchi barcha xomashyolarni bir xil va sifatli aralashtirish vazifasini bajaradi. Spiral mikserning ishlash prinsipi maxsus spiral shakldagi aralashtiruvchi elementlarning aylanishiga asoslangan bo'lib, ular materiallarning butun hajm bo'ylab bir tekis taqsimlanishini ta'minlaydi [3].

Ishlab chiqarish jarayonida gips bog'lovchisi, mineral to'ldiruvchilar hamda turli kimyoviy qo'shimchalar mikserga uzatiladi va belgilangan vaqt davomida aralashtiriladi. Spiral aralashtirgichlarning samarali harakati tufayli barcha komponentlar o'zaro mukammal qorishadi va bir jinsli massa hosil bo'ladi. Bu esa tayyor mahsulotning fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashga, mustahkamligini oshirishga hamda sifat ko'rsatkichlarining barqaror bo'lishiga xizmat qiladi.

Spiral mikser katta sig'imga ega bo'lib, bir vaqtning o'zida katta hajmdagi mahsulotni tayyorlash imkonini beradi. Shu sababli u yuqori unumdorlikka ega ishlab chiqarish korxonalarida keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, zamonaviy spiral mikserlar avtomatik boshqaruv tizimlari bilan jihozlangan bo'lib, aralashtirish vaqti, aylanish tezligi va boshqa texnologik parametrlarni aniq nazorat qilish imkonini beradi.

Spiral mikserdan foydalanish natijasida quruq qurilish qorishmalarining sifati yaxshilanadi, mahsulot tarkibining bir xilligi ta'minlanadi va ishlab chiqarish jarayonining samaradorligi ortadi. Shu bois ushbu uskuna gips asosidagi quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan texnologik jihozlardan biri hisoblanadi.

Tayyor mahsulotlar uchun bunker - quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarish liniyasining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Ushbu uskuna aralashtirish jarayoni yakunlangandan so'ng tayyor mahsulotni vaqtincha saqlash va keyingi texnologik bosqichlarga uzatish uchun mo'ljallangan. Bunker mahsulotning sifatini saqlab qolish, uning tashqi muhit ta'siridan himoyalaniishi hamda qadoqlash jarayonining uzluksiz amalga oshirilishini ta'minlaydi. Bunker korpusi zanglamas metall materialidan tayyorlanadi. Bu esa uskunaning korroziyaga chidamliligini oshirib, uzoq muddat davomida ishonchli ishlashini ta'minlaydi. Zanglamas metallning silliq ichki yuzasi mahsulotning devorlarga yopishib qolishining oldini oladi va bunker ichida materialning erkin harakatlanishiga imkon yaratadi. Natijada mahsulot sifati saqlanib qoladi va xomashyo yo'qotilishi kamayadi [3].

Tayyor qorishma bunkerga maxsus transport uskunolari yordamida uzatiladi va ma'lum hajmda to'planadi. Bunkerning pastki qismida joylashgan tushirish mexanizmlari mahsulotni belgilangan miqdorda qadoqlash uskunasiga yetkazib beradi. Agar bunker qadoqlash uskunasiga ulangan bo'lsa, mahsulotni qoplarga yoki boshqa turdagi idishlarga joylashtirish jarayoni avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonining tezligini oshiradi, mehnat sarfini kamaytiradi va qadoqlash aniqligini ta'minlaydi.

Zamonaviy bunkerlar sath nazorati datchiklari, avtomatik boshqaruv tizimlari va changni ushlash qurilmalari bilan jihozlanishi mumkin. Bunday texnik yechimlar mahsulotning sifatini saqlash, ishlab chiqarish xavfsizligini oshirish hamda texnologik jarayonlarni samarali boshqarish imkonini beradi. Shu sababli tayyor mahsulotlar uchun bunker quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarishda mahsulotni saqlash va qadoqlash jarayonlarini tashkil etuvchi muhim texnologik uskuna hisoblanadi.

Qadoqlash uskunasi - quruq qurilish qorishmalari ishlab chiqarish liniyasining yakuniy texnologik bosqichida qo'llaniladigan muhim jihozlardan biridir. Ushbu uskuna tayyor mahsulotlarni belgilangan og'irlik va hajmda qoplarga yoki boshqa turdagi qadoqlash vositalariga joylashtirish uchun xizmat qiladi. Qadoqlash jarayoni mahsulotni tashish, saqlash va iste'molchiga yetkazib berish uchun qulay sharoit yaratadi [3].

Ishlab chiqarish jarayoni yakunlangach, tayyor qorishma bunker orqali qadoqlash uskunasiga uzatiladi. Uskuna mahsulotni avtomatik ravishda tortib, oldindan belgilangan miqdorda qoplarga joylaydi va qoplarining og'zini maxsus tikish yoki yopishtirish mexanizmlari yordamida mahkam yopadi.

Bu jarayon mahsulotning tashqi muhit ta'siridan himoyalaniшинi, namlikni o'ziga tortmasligini va sifat ko'rsatkichlarining saqlanib qolishini ta'minlaydi. Zamonaviy qadoqlash uskunolari yuqori aniqlikda ishlashi bilan ajralib turadi. Elektron boshqaruv tizimlari yordamida qadoqlanayotgan mahsulotning massasi doimiy nazorat qilinadi, bu esa mahsulot miqdorining standart talablarga mos bo'lishini ta'minlaydi. Avtomatlashtirilgan qadoqlash jarayoni inson omili ta'sirini kamaytiradi, mehnat unumdorligini oshiradi va mahsulot tannarxini pasaytirishga yordam beradi.

Qadoqlash ishlari tugallangandan so'ng mahsulotlar omborga yoki to'g'ridan-to'g'ri realizatsiya uchun jo'natishga tayyor holga keltiriladi. Qoplar ustiga mahsulot nomi, tarkibi, ishlab chiqarilgan sanasi, saqlash shartlari va boshqa zarur ma'lumotlar tushiriladi. Bu esa iste'molchilarga mahsulot haqida to'liq ma'lumot olish imkonini beradi.

Shunday qilib, qadoqlash uskunasi tayyor mahsulotlarni sifatli va xavfsiz tarzda qadoqlash, ularning saqlanish muddatini uzaytirish hamda bozorga chiqarishga tayyor holga keltirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan uskunalar majmuasidan foydalangan holda sifatli quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarish zamonaviy qurilish materiallari sanoatining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu ishlab chiqarish jarayoni to'liq avtomatlashtirilgan texnologik liniya asosida

tashkil etilib, xomashyoni qabul qilishdan boshlab tayyor mahsulotni qadoqlashgacha bo'lgan barcha bosqichlarni qamrab oladi.

Dastlab, xomashyolar elak yordamida saralanib, ularning kerakli maydalik darajasi ta'minlanadi. Bu bosqich tayyor mahsulot sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi, chunki bir xil fraksiyadagi materiallar qorishmaning bir jinsli bo'lishini ta'minlaydi. So'ngra xomashyolar shnekli transportyor orqali ishlab chiqarish liniyasining keyingi bosqichiga uzatiladi. Aralashtirish jarayonida spiral mikser asosiy rol o'ynaydi. Unda gips, mineral to'ldiruvchilar va maxsus kimyoviy qo'shimchalar aniq tarkib asosida bir-biriga qo'shib, bir jinsli qorishma hosil qilinadi. Bu jarayon mahsulotning mustahkamligi, yopishqoqligi va ekspluatatsion xususiyatlarini belgilaydi. Aralashtirish sifati yuqori bo'lishi tayyor mahsulotning qurilish ishlarida qulay qo'llanilishini ta'minlaydi. Tayyorlangan qorishma shnekli transportyor orqali tayyor mahsulot bunkerida to'planadi. Bunker mahsulotni vaqtincha saqlash va qadoqlash jarayoniga uzluksiz uzatib berish vazifasini bajaradi. Keyingi bosqichda qadoqlash uskunasi yordamida mahsulot belgilangan og'irlikda qoplarga joylanadi va iste'mol uchun tayyor holga keltiriladi. Qadoqlash jarayonining aniqligi mahsulot sifatini saqlashda muhim ahamiyatga ega.

Shunday qilib, zamonaviy uskunalar majmuasidan foydalangan holda quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarish yuqori sifatli, bir xil tarkibli va xalqaro standartlarga javob beradigan mahsulot olish imkonini beradi. Bu esa qurilish sohasida ish unumdorligini oshirish va qurilish ishlarining sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

Xulosa. Gips asosidagi quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarish texnologiyasida zamonaviy uskunalaridan foydalanish yuqori sifatli mahsulot olishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlari - xomashyoni tayyorlash, saralash, tashish, aralashtirish, saqlash va qadoqlash - maxsus texnologik uskunalar yordamida amalga oshirilishi mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlaydi.

Elak yordamida xomashyo zarur maydalik darajasiga keltiriladi, shnekli transportyor esa materiallarni uzluksiz ravishda keyingi bosqichlarga yetkazib beradi. Spiral mikserda barcha komponentlar bir xil tarkibli massa hosil bo'lgunga qadar sifatli aralashtiriladi. Tayyor mahsulot bunkerda vaqtincha saqlanib, qadoqlash uskunasi orqali aniq og'irlikda qoplarga joylanadi.

Ushbu uskunalarining avtomatlashtirilgan holda ishlashi natijasida ishlab chiqarish unumdorligi oshadi, inson mehnati kamayadi hamda mahsulot sifati xalqaro standartlarga mos darajaga yetadi. Shuningdek, energiya tejamkorligi va texnologik jarayonlarning aniqligi ishlab chiqarish tannarxini pasaytirishga xizmat qiladi.

Gips asosidagi quruq qurilish qorishmalarini ishlab chiqarishda zamonaviy uskunalaridan foydalanish nafaqat sifatli va raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarishni ta'minlaydi, balki qurilish sanoatining rivojlanishiga ham muhim hissa qo'shadi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-maydagi PQ-4335-sonli "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi qarori.
- [2]. H.S.Solijonov, "Qurilish qorishmalari texnologiyasi". O'quv qo'llanma. Farg'ona. 2023.
- [3]. <https://aimixgroup.com/ru/wall-putty-manufacturing-plant>

YEVROPA MAMLAKATLARIDA YER VA KO'CHMAS MULKLARNI SOLIQQA TORTILISHI

G.M. Mirzakarimova

Farg'ona davlat texnika universiteti,
+99890-230-28-21, gulshanoy081286@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6635-3747>
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annatatsiya: Yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortilishi davlatning yer siyosatini olib

borish va uni tartibga solishda asosiy bo'g'inga ega. Shu o'rinda amaliyotda turli davlatlarda turli xil yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortish usullarini ko'rish mumkin. Yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortish usullari nafaqat mamlakatlarning amaldagi yer siyosatiga balki ko'chmas mulk bozorlarining kelajakdagi rivojlanish bosqichlarini ham o'zida mujassam etishi zarur. Har qanday turdagi yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortilish usullari davlatni asosiy ko'rsatkichi bo'lgan iqtisodiy munosabatlarning bosh mezonini sifatida qaralishini taqazo etadi.

Tayanch so'zlar: mol-mulk solig'i, davlat xizmatlari, ko'chmas mulk bozori, xususiy mulk, mulklarni baholash.

Kirish. Bugungi kunda ko'plab Evropa mamlakatlari davlat xizmatlarini ko'rsatishni markazlashtirmasdan ularni mahalliy boshqaruv darajalariga o'tkazish siyosatini olib bormoqda. Ba'zi mamlakatlarda mahalliy hokimiyatlarda hatto asosiy davlat xizmatlarini ko'rsatish uchun ham yetarli resurslar mavjud emas. Shu sababli bozorga asoslangan mol-mulk solig'ini joriy etish orqali daromadlarni oshirish ushbu markazlashtirilmagan siyosatning muvaffaqiyatini ta'minlashning yaxshi usuli sifatida taqdim etilmoqda. Bizga ma'lumki yillik mol-mulk solig'i asrlar davomida mavjud bo'lib kelgan va bu holat odatda aholi tomonidan yaxshi qabul qilingan.

Barcha mamlakatlar mulkni soliqqa tortish va soliqqa tortiladigan qiymatlarni belgilashga turlicha yondashuvlarni namoyish etmoqda. Xalqaro ko'chmas mulk bozorlarining kelajakdagi rivojlanishi hukumatlardan mos keladigan ommaviy baholash amaliyotlarini joriy etishni va ularni individual mulkni baholash bilan yanada yaqinroq muvofiqlashtirishni talab qilishi mumkin [1].

Hozirgi vaqtda ayrim mamlakatlar ko'chmas mulkka to'g'ridan-to'g'ri soliqlarni joriy etmoqda, albatta agar yerda takomillashtirish ishlari (ya'ni binolar nazarda tutiladi) yoki yer takomillashtirish ishlari bilan birgalikda soliqqa tortiladigan obyektlar ham hisobga olinadigan bo'lsa. Ayrim davlatlar esa nafaqat yer va takomillashtirish ishlariga, balki mulkni o'zini ham soliqqa tortadilar, boshqalari esa ikkala soliq shaklini ham qo'llab kelmoqda. Yer va mulk solig'i keng soliq bazasiga ega bo'lishi bilan afzallikka ega, shu o'rinda uni boshqarish oson, amalga oshirish hamda qo'llab-quvvatlash qiymati arzon.

Agar mamlakatda yaxshi kadastr reyestri yuritilsa soliqlardan qochish qiyin, chunki yig'im darajasi 100% ga yaqinlashishi mumkin. Ular davlat daromadlarining barqaror va oldindan aytib bo'ladigan manbasini ta'minlaydi, bu esa uning qanday hisoblanishi va yig'ilishini aniq ko'rsatib beradi. Bu yer va ko'chmas mulkdan samarali foydalanishga yordam beradi va yer savdosining oldini oladi. Xususiy mulkda davlat-huquqiy manfaatlar e'tirof etiladi, bu esa xususiy mulkchilikning rivojlanishiga imkon beradi[2].

Agar mamlakatda yetarli qonunchilik va yetarli miqdordagi malakali baholovchilar mavjud bo'lsa mulk solig'ini boshqarish nisbatan oson. Amalga oshiriladigan jarayonlar soliqqa tortiladigan barcha mulklarni aniqlash va xaritalash; har bir mulkni tasdiqlangan metodologiyalarga muvofiq toifalash va baholash; soliq to'lashi kerak bo'lganlarni aniqlash; mulk solig'i to'lovchilarining ismlari ro'yxatini tuzish; individual mulk solig'i to'lovchilarini ularning majburiyatlari to'g'risida xabardor qilish; soliqlarni yig'ish; mulklarning baholanishiga rozi bo'lmagan soliq to'lovchilar uchun apellyatsiya jarayonini o'rnatishni o'z ichiga oladi

Tadqiqot obyektlari va usullari. Mulk solig'i odatda mulkning baholangan bozor qiymatiga asoslanadi. Soliq to'lovchilar ko'pincha buni o'z mulklari sotib olingan sotish narxi bilan adashtirib yuborishadi. Sotish narxi mulk huquqini o'tkazish solig'i, ba'zan muxr boji deb ataladi, yillik mulk solig'i esa baholangan qiymatga asoslanadi. Muxr boji an'anaviy ravishda hujjatga asoslangan soliq bo'lib kelgan va shuning uchun u elektron tizim bilan soliq qonunlariga o'zgartirishlar kiritilishini nazarda tutishi mumkin; masalan, Buyuk Britaniyada u endi yerga muxr boji deb ataladigan shaxsiy soliqdir [3].

Iqtisodiy o'sishni rag'batlantirish uchun soliq mulkning hozirgi sotish narxiga emas, balki uning salohiyatiga asoslanishi mumkin. Bu Markaziy va Sharqiy Yevropa mamlakatlari uchun muammoga aylanishi turgan gap, chunki ko'plab uzoq vaqtdan beri yashab kelayotgan aholi hozirda asosiy joylarda mulkka egalik qiladi, ammo yuqori qiymatdagi mulk soliqlarini to'lay olmaydi va ko'chib ketishni istamaydi. Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligida soliqqa eng yuqori va

eng yaxshi foydalanish tamoyilining joriy etilishi tarixan ko'pincha aholi punktlarida joylashgan sanoat korxonalarini boshqa joyga ko'chirishga sababchi bo'lib keldi. Haqiqatdan ham, bu ko'pincha soliqlarni joriy etishning asosiy maqsadlaridan biri sifatida qaralishidan kelib chiqadi [4].

Tadqiqot natijalari. Bozorga asoslangan mulk solig'i tizimini joriy etishni ko'rib chiqayotgan mamlakat yer bozorining holatiga, institutlarning mavjudligiga va jamoatchilik tomonidan qabul qilinishiga qarab, bunday loyiha kamida besh yildan sakkiz yilgacha davom etishini taxmin qilishi kerak. Soliq siyosati quyidagilarni hal qilishi lozim:

(a) Soliqqa tortiladigan obyekt (bo'sh turgan yer yoki obodonlashtirilgan yer).

Yer solig'i mamlakatdagi barcha ko'chmas mulkka, jumladan, obodonlashtirilgan yerlarga (masalan, binolar yoki binolarning qismlari), shuningdek, bo'sh yerlarga ham qo'llanilishi mumkin. Bo'sh turgan yerlarga soliq solish ko'chmas mulkni rivojlantirishda investitsiyalarni rag'batlantirishi va qurilish faoliyatini oshirishi mumkin. Agar yagona soliq joriy etilsa, mulkning soliqqa tortiladigan qiymati bitta raqam sifatida yoki yer va obodonlashtirishning umumiy qiymati sifatida hisoblanishi mumkin.

(b) Mulknı baholashda va soliq bazasini hisoblashda qo'llaniladigan usullar.

Yillik mulk solig'i odatda soliq aniqlangan yilning ma'lum bir sanasidagi mulkning umumlashtirilgan bozor qiymatiga asoslanadi. Bu qiymat odatda ommaviy baholash usullari, xususan, xarajatlarni tahlil qilish, savdoni taqqoslash va daromadni kapitallashtirish yordamida aniqlanadi. Faol yer bozorlari mavjud bo'lgan hollarda, savdoni taqqoslash usuli odatda afzalroq hisoblanadi. Qishloq xo'jaligi va o'rmon yerlari uning unumdorligiga qarab soliqqa tortilishi kerak. Soliqqa tortiladigan ayrim mulk turlari uchun ommaviy baholashning qo'llanilishi mumkin emas, aynan shu paytda individual baholash qo'llanilishi maqsadga muvofiq, masalan, tarixiy yoki maxsus ijtimoiy ahamiyatga ega binolar uchun.

(c) Qayta baholash siklining chastotasi.

Qayta baholash siklining chastotasini ko'pincha maqsadga muvofiqligi va resurslarning mavjudligi belgilaydi, garchi muntazam sikl, masalan, har besh yilda bir marta o'tkazilishi maqsadga muvofiq bo'lsa ham. Ko'chmas mulk qiymati vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi va soliq organlari soliq stavkasini o'zgartirsa ham, agar u mulkning joriy qiymatini aks ettirmasa, soliq adolatsiz va qabul qilingan adolatga zid deb qabul qilinishi mumkin.

(d) Amalga oshiruvchi organ.

Odatda, Moliya vazirligi yoki Soliqlar va yig'imlar vazirligi bozorga asoslangan ko'chmas mulk solig'i tizimini joriy qiladi. Ommaviy baholash va soliq yig'ish uchun mas'ul bo'lgan idoralarni farqlash muhimdir. Soliqqa tortish siyosiy jarayon, baholash esa texnik masala. Ushbu funktsiyalarni bitta tom ostida birlashtirish manfaatlar to'qnashuvini keltirib chiqarishi mumkin. Soliqni baholashni mahalliy hokimiyat organlariga topshirish ham manfaatlar to'qnashuviga asos yaratishi va butun mamlakat bo'ylab baholash xarajatlarini oshirishi mumkin. Ko'plab mamlakatlarda yer boshqaruvi idoralari ommaviy baholashlar uchun javobgardir, ammo soliq stavkalarini belgilash uchun emas; ular shuningdek, yillik soliqlarni yig'ishmaydi, garchi ular yerni o'tkazish soliqlari kabi bir martalik soliqlarni yig'ishlari mumkin.

(e) Yer va mulk solig'i oluvchi.

Yillik yer va mulk solig'i odatda mahalliy hokimiyatlar uchun daromad keltiradi. Ba'zan soliq tushumlari mahalliy hokimiyatlar va markaziy hukumat o'rtasida taqsimlanadi, masalan, hukumat soliqning bir qismini ma'muriy xarajatlarni qoplash uchun saqlab qolganda. Odatda, jamoatchilik ko'pincha yer va obodonlashtirish soliqlarini ijtimoiy adolatli soliq sifatida qabul qiladi.

(f) Soliq stavkasi.

Mahalliy hokimiyat organlariga yillik soliq stavkalarini markaziy hukumat tomonidan belgilangan chegaralar doirasida belgilash orqali daromad oqimlarini tartibga solish imkoniyati berilishi mumkin. Soliq stavkalari mamlakat qonunchiligiga qarab qat'iy yoki o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Bir martalik soliqlar, masalan, yer o'tkazmalari uchun muxr boji davlat byudjetining bir qismi sifatida belgilanadi.

(g) Soliq yig'ish tartibi.

Yillik mulk solig'ini yig'ish mas'uliyati markaziy yoki mahalliy hukumatlar zimmasida bo'lishi mumkin. Bir martalik soliqlar, masalan, solig'i, yer idoralari tomonidan yerga egalik huquqini o'tkazish to'lovining bir qismi sifatida undirilishi mumkin. Masalan, Ispaniyada yerni ro'yxatga olish idorasida mulk huquqini ro'yxatdan o'tkazishdan oldin, oldi-sotdi bitimi uchun muxr solig'i allaqachon to'langanligiga ishonch hosil qilish uchun chek topshirish kerak.

(h) Apellyatsiya tartibi.

Soliq to'lovchilarga belgilangan soliq bahosiga rozi bo'lmasalar, o'z haq-huquqlarini himoya qilish imkoniyati berilishi muhimdir. Ish sudga yetib borgunga qadar ushbu nizolarni hal qilish uchun maxsus tizim yaratilishi kerak. Soliq to'lovchilar o'z mol-mulkini baholash to'g'risida tegishli xabarnoma olish, baholash asoslari va usullari bilan bog'liq ma'lumotlarga kirish, shuningdek, baholashga va baholovchi tomonidan mulk qiymatini aniqlash uchun foydalanilgan mol-mulkka tegishli ma'lumotlar va yozuvlarning to'g'riligiga e'tiroz bildirish huquqiga ega bo'lishlari kerak.

(i) Soliq imtiyozlari.

Jismoniy shaxslar va ayrim turdagi mulklar uchun mol-mulk solig'ini kamaytirish dasturlari qabul qilinishi mumkin. Kam daromadli guruhlar yoki qashshoqlikda yashovchi odamlar o'z mol-mulkleri bo'yicha mol-mulk solig'ining to'liq miqdorini to'lay olmasliklari mumkin va bunday mol-mulkni sotish mumkin bo'lmasligi mumkin. Keksalar uchun soliqni kechiktirish va ishlaydigan kambag'allar uchun soliq imtiyozlari ko'rib chiqilishi mumkin. Maktablar, kasalxonalar, davlatga qarashli inshootlar, qo'riqlanadigan binolar, tarixiy joylar, diniy binolar, xayriya muassasalari, milliy bog'lar va qo'riqxonalar, elchixonalar va konsulliklar kabi mulklar ham mol-mulk solig'idan ozod qilinishi mumkin.

Shuningdek, ayrim mamalakatlarda Fiskal kadastr yer solig'i siyosatini boshqarish vositasi hisoblanadi. U asosan yer qiymati va mol-mulk solig'i uchun asos bo'lib xizmat qilsa-da, fiskal kadastrda qayd etilgan ma'lumotlar boshqa soliqlarni, masalan, shaxsiy mulk solig'i va ko'chmas mulk daromadidan olinadigan soliqlarni aniqlash uchun ishlatilishi mumkin. Bularga meros solig'i misol bo'lib, ba'zan u meros bojlari deb ataladi [5].

Xulosa. Mamlakatlarning yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortilish siyosatining qo'llab-quvvatlash vazifasini bajarilishi natijasida davlatlar yer va mulk solig'iga yagona yondashuvini ta'minlash va fuqarolarning adolatli soliqqa tortish huquqini kafolatlash uchun mas'uliyatini ham o'z zimmalarida saqlab qoladilar. Bunga butun mamlakat bo'ylab yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortilishida yagona davlat siyosati darajasida barcha ishtirokchilar birdek belgilangan tartib asosida harakatlanishi shart. Bunga esa yer va ko'chmas mulklarni soliqqa tortilish usullari va ko'rsatmalarini to'g'ri ishlab chiqish orqali erishish mumkin.

Yuqorida ta'kidlab o'tilgan jarayonlarni amalga oshirilishi o'z navbatida soliq bazasining qanday shakllantirilishi va e'lon qilinishi hamda yer va mulk bozorlari qanday monitoring qilinishini nazorat qilishga imkoniniyat yaratadi [6].

Adabiyotlar

- [1]. Mirzakarimova, G.M. (2023). Remote sensing data: international experiences and applications. Italy " actual problems of science and education in the face of modern challenges", 14(1).
- [2]. Мирзакаримова, Г.М., & Муродилов, Х.Т. (2022). Понятие о бонитировки балла почв и её главное предназначение. Central Asian Research Journal For Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2(1), 223-229.
- [3]. Hakimova, K. R., Marupov, A. A., & Mirzakarimova, G. M. (2019). Maintaining Cadastral Valuation for the Effective Use of Agricultural Lands of the Fergana Region. ijarset. com "International Journal Of Advanced Research In Science, Engineering And Technology". ORCID: 0000-0002-5120-4359, 6-10.
- [4]. Rakhmatullayev, G. D., Manopov, X. V., & Mirzakarimova, G. M. (2020). Current problems of increasing soil fertility. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(6), 242-246.
- [5]. Mirzakarimova, G.M. (2023). Linkages Between Land Tenure Rights And Land Reform Processes. Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences, 23, 33-35.
- [6]. Mirzakarimova, G. (2024). Theoretical foundations of the use of modern gis technologies in the creation of natural maps. Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods, 2(6), 164-169.

KIMYO SANOATI CHIQINDILARINING EKOLOGIK XAVFINI GEOAXBOROT TEKNOLOGIYALARI YORDAMIDA BAHOLASH

M.A. Abdukadirova¹, V.U. Otakuziyeva², Y.Sh. Sattiyev³, A. Nuriddinov⁴

¹Farg'ona davlat texnika universiteti

²Qo'qon davlat universiteti

³Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar instituti "

⁴Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti,
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada kimyo sanoati chiqindilarining tuproq va suv resurslariga ta'siri geoekologik jihatdan baholandi. Tadqiqot davomida fosfogips chiqindilari, mineral o'g'it ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan texnogen chiqindilar hamda ularning atrof-muhitga tarqalish dinamikasi GIS va masofadan zondlash texnologiyalari asosida tahlil qilindi. ArcGIS va QGIS platformalari yordamida ekologik xavf zonalarini xaritalashtirildi hamda chiqindilar migratsiyasining fazoviy modeli ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari geoaxborot texnologiyalari ekologik monitoring samaradorligini oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: GIS, geoekologik monitoring, kimyo sanoati, fosfogips, sanoat chiqindilari, ekologik xavf, masofadan zondlash, tuproq ifloslanishi, suv resurslari.

KIRISH

Bugungi kunda kimyo sanoatining jadal rivojlanishi ekologik xavfsizlik bilan bog'liq qator dolzarb muammolarni yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, mineral o'g'itlar, fosforli birikmalar, sulfat kislota va boshqa kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan sanoat chiqindilari atmosfera havosi, tuproq va suv resurslariga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Fosfogips, fosforli shlamlar, oqava suv qoldiqlari, changsimon chiqindilar hamda texnogen cho'kindilar ekologik xavf darajasi yuqori bo'lgan sanoat chiqindilari qatoriga kiradi [1]. Ushbu chiqindilar tarkibida sulfatlar, fluor birikmalari, fosfat qoldiqlari, og'ir metall ionlari va boshqa toksik komponentlarning mavjudligi ekologik muhitning degradatsiyasiga sabab bo'lmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Atrof-muhit dasturi (UNEP) ma'lumotlariga ko'ra, sanoat chiqindilarining nazoratsiz saqlanishi va utilizatsiya qilinmasligi tuproq unumdorligining pasayishi, yer osti suvlarining ifloslanishi, atmosfera havosida chang va toksik gazlar konsentratsiyasining ortishi hamda biologik xilma-xillikning kamayishiga olib kelmoqda [2]. Ayniqsa, fosfogips chiqindilari ekologik jihatdan murakkab texnogen material hisoblanadi. Fosfogips tarkibida kaltsiy sulfat bilan bir qatorda fluor, stronsiy, kadmий, qo'rg'oshin, mishyak va boshqa toksik elementlarning mavjudligi uning uzoq muddatli ekologik xavf manbai bo'lishiga sabab bo'ladi. Kuchli shamol va yog'ingarchilik ta'sirida ushbu chiqindilar tarkibidagi zararli komponentlar katta hududlarga tarqalishi mumkin. Jahon amaliyotida kimyo sanoati chiqindilarining ekologik xavfini baholashda geoaxborot tizimlari (GIS), masofadan zondlash texnologiyalari va ekologik modellash tirish usullaridan keng foydalanilmoqda. ArcGIS, QGIS, ERDAS IMAGINE, ENVI kabi platformalar sanoat chiqindilarining hududiy tarqalishini tahlil qilish, ifloslantiruvchi moddalar migratsiyasini modellash tirish hamda ekologik xavf zonalarini xaritalashtirish imkonini beradi [3]. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari asosida atmosfera havosi, tuproq va suv obyektlarining ekologik holatini real vaqt rejimida monitoring qilish ekologik boshqaruv samaradorligini oshirmoqda.

O'zbekiston Respublikasida ham ekologik xavfsizlikni ta'minlash va sanoat chiqindilarining salbiy ta'sirini kamaytirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida belgilangan. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 30-oktabrdagi PF-5863-sonli "2030-yilgacha bo'lgan davrda O'zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmonida ekologik monitoring tizimlarini raqamlashtirish, GIS texnologiyalarini joriy etish hamda sanoat chiqindilarining ekologik xavfini kamaytirish bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan [4]. Mazkur farmon asosida ekologik monitoring tizimlarini modernizatsiya qilish, raqamli ekologik ma'lumotlar bazalarini shakllantirish hamda geoaxborot texnologiyalarini joriy etish bo'yicha keng ko'lamli ishlar amalga oshirilmoqda.

Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-martdagi PQ-153-sonli "Suv xo'jaligi obyektlarida raqamli texnologiyalarni keng joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorida GIS texnologiyalari, masofadan zondlash tizimlari va avtomatlashtirilgan monitoring platformalarini ekologik boshqaruv tizimlariga integratsiyalash muhim vazifa sifatida belgilangan [5]. Ushbu qaror ekologik monitoringni raqamlashtirish orqali suv resurslarini muhofaza qilish, sanoat chiqindilarining migratsiyasini nazorat qilish hamda ekologik xavf zonalarini tezkor aniqlash imkoniyatlarini kengaytirdi. Kimyo sanoati chiqindilarining geoeologik monitoringi an'anaviy laboratoriya usullari bilan cheklanib qolmay, zamonaviy geoaxborot texnologiyalari bilan integratsiyalashgan holda olib borilishi zarur. Chunki sanoat chiqindilarining hududiy migratsiyasi murakkab fazoviy jarayon bo'lib, uni faqat laboratoriya tahlillari orqali to'liq baholash imkoniyati cheklangan. GIS texnologiyalari esa ekologik ma'lumotlarni yig'ish, saqlash, qayta ishlash, modellashtirish va vizual tahlil qilish imkonini beruvchi samarali ilmiy vosita hisoblanadi [6]. Masofadan zondlash texnologiyalari yordamida sanoat hududlarida tuproq degradatsiyasi, atmosfera havosining changlanishi, suv obyektlarining ifloslanishi hamda texnogen landshaftlarning o'zgarishi muntazam monitoring qilinadi. Landsat, Sentinel, MODIS va boshqa sun'iy yo'ldosh tizimlari orqali olingan ma'lumotlar GIS platformalari bilan integratsiyalashgan holda ekologik xavf zonalarini aniqlash va prognozlash imkonini beradi [7]. Ayniqsa, fosfogips chiqindilarining shamol eroziyasi natijasida tarqalishini modellashtirishda masofadan zondlash texnologiyalari muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Bugungi kunda geoaxborot tizimlari ekologik monitoringning eng samarali raqamli vositalaridan biri hisoblanadi. GIS texnologiyalari yordamida sanoat hududlaridagi ekologik jarayonlarni hududiy jihatdan baholash, ekologik xavf zonalarini aniqlash hamda monitoring natijalarini vizual tahlil qilish imkoniyati yaratiladi [8]. GIS platformalarida yaratilgan elektron ekologik xaritalar sanoat korxonalarining atrof-muhitga ta'sirini baholash, ekologik xavf darajasini prognoz qilish hamda ekologik boshqaruv tizimlarida tezkor qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi. Masofadan zondlash texnologiyalari esa ekologik monitoring tizimlarini tezkor va yuqori aniqlikdagi ma'lumotlar bilan ta'minlaydi. Sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida atmosfera havosining ifloslanishi, tuproq degradatsiyasi va suv resurslari holati muntazam nazorat qilinadi. GIS va masofadan zondlash texnologiyalarining integratsiyasi quyidagi afzalliklarni beradi: Ekologik ma'lumotlarni real vaqt rejimida monitoring qilish, ifloslanish manbalarini aniqlash, ekologik xavf zonalarini xaritalashtirish, ekologik prognozlash imkoniyatlarini kengaytirish, monitoring xarajatlarini kamaytirish. Shu jihatdan, kimyo sanoati chiqindilarining ekologik xavfini GIS va masofadan zondlash texnologiyalari asosida baholash ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirishning muhim ilmiy-amaliy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi kimyo sanoati chiqindilarining tuproq va suv resurslariga ta'sirini geoeologik baholash, fosfogips chiqindilarining ekologik xavfini GIS asosida tahlil qilish hamda ekologik monitoring samaradorligini oshirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

TADQIQOT METODLARI

Mazkur tadqiqotda kimyo sanoati chiqindilarining ekologik xavfini baholash hamda ularning tuproq va suv resurslariga ta'sirini aniqlash uchun kompleks geoeologik monitoring usullaridan foydalanildi. Tadqiqot metodologiyasi geoaxborot tizimlari (GIS), masofadan zondlash texnologiyalari, kimyoviy laboratoriya tahlillari, ekologik modellashtirish va statistik ishlov berish usullarining integratsiyasiga asoslandi. Ushbu yondashuv sanoat chiqindilarining hududiy tarqalishini aniqlash, ekologik xavf zonalarini xaritalashtirish hamda ifloslantiruvchi moddalar migratsiyasini prognoz qilish imkonini berdi.

Tadqiqot davomida quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

- GIS asosida fazoviy monitoring;
- masofadan zondlash ma'lumotlarini tahlil qilish;
- tuproq va suv namunalarining kimyoviy tahlili;
- ekologik modellashtirish;
- statistik va korrelyatsion tahlil usullari.

GIS asosida fazoviy monitoring

Tadqiqotda ArcGIS va QGIS geoaxborot platformalari asosida sanoat chiqindilarining hududiy tarqalishi hamda ekologik xavf darajasi tahlil qilindi. Fosfogips saqlash maydonlari, sanoat oqava suvlarining chiqarilish nuqtalari, texnogen chiqindi poligonlari va ekologik xavf hududlari GPS koordinatalar asosida raqamlashtirildi. Geoaxborot ma'lumotlari yagona elektron bazaga integratsiyalashgan holda qayta ishlanib, sanoat hududlarining raqamli ekologik xaritalari ishlab chiqildi. ArcGIS dasturida fazoviy interpolatsiya usullari — Inverse Distance Weighting (IDW) va Kriging metodlari yordamida ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasining hududiy taqsimoti modellashirildi. Ushbu usullar orqali og'ir metall ionlari, sulfatlar va fosfatlarning tarqalish zonalarini aniqlanib, ekologik xavf darajasi yuqori bo'lgan hududlar xaritalashtirildi. QGIS platformasida esa sanoat hududlarining geoekologik holati vizual tahlil qilinib, monitoring natijalari qatlamli xaritalar asosida baholandi.

Masofadan zondlash ma'lumotlari tahlili. Tadqiqotda masofadan zondlash texnologiyalaridan keng foydalanildi. Sentinel-2 va Landsat-8 sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida sanoat hududlarining ekologik holati baholandi. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari orqali atmosfera havosi ifloslanishi, tuproq degradatsiyasi, texnogen landshaftlarning o'zgarishi hamda suv obyektlarining ekologik holati monitoring qilindi. Masofadan zondlash ma'lumotlarini qayta ishlashda NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) va LST (Land Surface Temperature) indekslaridan foydalanildi. NDVI indeksi yordamida o'simlik qoplami degradatsiyasi va sanoat chiqindilarining vegetatsiyaga ta'siri baholandi. LST indeksi esa sanoat hududlarida yer sirt haroratining o'zgarishini aniqlash va texnogen issiqlik zonalarini monitoring qilish imkonini berdi. Shuningdek, sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida fosfogips chiqindilarining shamol eroziyasi natijasida tarqalish dinamikasi hamda suv obyektlarining ifloslanish xavfi tahlil qilindi. Olingan ma'lumotlar GIS platformalariga integratsiyalashgan holda geoekologik monitoring tizimining raqamli bazasini shakllantirishda foydalanildi.

Kimyoviy tahlil usullari. Tadqiqot davomida tuproq va suv namunalarining kimyoviy tarkibi laboratoriya sharoitida zamonaviy analitik usullar asosida o'rganildi. Namunalar sanoat korxonalariga yaqin hududlar, fosfogips saqlash maydonlari hamda oqava suv chiqarish zonalaridan olindi. Laboratoriya tahlillari davomida tuproq va suv tarkibidagi sulfatlar, fosfatlar, nitratlar hamda og'ir metall ionlari - qo'rg'oshin (Pb), kadmiy (Cd), xrom (Cr) va rux (Zn) miqdori aniqlandi. Kimyoviy tahlillarni amalga oshirishda atom-absorbsiya spektrometriyasi, fotometrik va titrimetrik usullardan foydalanildi. Og'ir metall ionlarini aniqlashda atom-absorbsiya spektrometriyasi yuqori aniqlikdagi analitik usul sifatida qo'llanildi. Sulfat va fosfat ionlari fotometrik usul yordamida, suvning umumiy minerallashuv darajasi esa titrimetrik metod asosida baholandi. Olingan natijalar amaldagi ekologik me'yorlar va sanitariya-gigiyena talablari bilan taqqoslandi.

Ekologik modellashirish. Tadqiqotda sanoat chiqindilarining migratsiyasini prognoz qilish maqsadida ekologik modellashirish usullaridan foydalanildi. GIS platformalari asosida ifloslantiruvchi moddalar migratsiyasining matematik modellari ishlab chiqildi. Modellashirish jarayonida shamol yo'nalishi, rel'yef xususiyatlari, gidrologik sharoit hamda yer osti suvlarining oqim yo'nalishi hisobga olindi. Natijada fosfogips va boshqa texnogen chiqindilarning ekologik tarqalish zonalarini prognoz qilinib, ekologik xavf darajasi yuqori bo'lgan hududlar aniqlandi. Modellashirish natijalari ekologik monitoring tizimini optimallashtirish hamda sanoat hududlarida ekologik xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qildi.

Statistik va korrelyatsion tahlil. Tadqiqot davomida laboratoriya va GIS ma'lumotlariga statistik ishlov berildi. Statistik tahlil yordamida tuproq va suv tarkibidagi ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik darajasi aniqlandi. Korrelyatsion va regressiya tahlili usullari asosida og'ir metall ionlari miqdori bilan tuproq degradatsiyasi, suvning minerallashuv darajasi hamda NDVI ko'rsatkichlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik baholandi. Olingan statistik natijalar geoekologik monitoringning ilmiy ishonchliligini oshirish hamda sanoat chiqindilarining ekologik xavfini kompleks baholash imkonini berdi.

NATIJALAR VA TAHLIL

Tadqiqot davomida kimyo sanoati korxonalari hududlarida fosfogips chiqindilari va texnogen oqava suvlarning ekologik ta'siri GIS hamda masofadan zondlash texnologiyalari asosida

kompleks tahlil qilindi. Olingan natijalar geoaxborot texnologiyalarining ekologik monitoring samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi. ArcGIS va QGIS platformalari yordamida ekologik xavf zonalarining fazoviy xaritalari ishlab chiqildi hamda sanoat hududlarida ifloslantiruvchi moddalar migratsiyasi modellashirildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, fosfogips chiqindilari saqlanadigan hududlarda tuproqning sulfatlanish darajasi yuqori ekanligi aniqlandi. Ayniqsa, chiqindi poligonlariga yaqin hududlarda tuproq tarkibidagi sulfat ionlari va minerallashuv ko'rsatkichlari me'yoriy darajadan sezilarli yuqori ekanligi kuzatildi. Laboratoriya tahlillari ayrim hududlarda og'ir metall ionlari - qo'rg'oshin (Pb), kadmiy (Cd), xrom (Cr) va rux (Zn) konsentratsiyasi ekologik me'yorlardan oshganligini ko'rsatdi. Bu esa fosfogips chiqindilarining uzoq muddatli ekologik xavf manbai ekanligini tasdiqlaydi. Sun'iy yo'ldosh tasvirlari va GIS platformalari asosida quyidagi ekologik o'zgarishlar aniqlandi:

1. Tuproq degradatsiyasi darajasining ortishi;
2. O'simlik qoplami zichligining kamayishi;
3. Yer sirt haroratining oshishi;
4. Oqartirilmagan oqava suvlarning suv obyektlariga salbiy ta'siri;
5. Ekologik xavf zonalarining kengayishi.

NDVI indeksi asosida olib borilgan tahlillar sanoat chiqindilari ta'siridagi hududlarda vegetatsiya zichligi kamayganligini ko'rsatdi. Ayniqsa, fosfogips poligonlariga yaqin maydonlarda o'simlik qoplami degradatsiyasi yuqori darajada ekanligi kuzatildi. Bu holat tuproqning kimyoviy tarkibi o'zgarishi va toksik elementlarning ko'payishi bilan izohlanadi. LST (Land Surface Temperature) indeksi yordamida yer sirt haroratining hududiy taqsimoti baholandi. Tadqiqot natijalari sanoat chiqindilari saqlanadigan hududlarda yer sirt harorati atrofdagi tabiiy hududlarga nisbatan yuqori ekanligini ko'rsatdi. Bu esa texnogen landshaftlarning shakllanishi va tuproq namligining kamayishi bilan bog'liq ekanligi aniqlandi. GIS tahlillari natijasida ifloslanish darajasi sanoat korxonalariga yaqin hududlarda yuqori, uzoqlashgan sari esa bosqichma-bosqich kamayishi kuzatildi. Ushbu holat chiqindilar migratsiyasi sanoat faoliyati bilan bevosita bog'liqligini tasdiqlaydi. Fazoviy interpolatsiya usullari asosida ishlab chiqilgan ekologik xavf xaritalari og'ir metall ionlari va sulfatlarning asosiy tarqalish zonalarini aniqlash imkonini berdi. Tadqiqot davomida geoaxborot texnologiyalarining quyidagi ilmiy-amaliy afzalliklari aniqlandi:

- ekologik xavf zonalarini tezkor aniqlash imkoniyati yaratildi;
- sanoat chiqindilarining hududiy migratsiyasi modellashirildi;
- tuproq va suv resurslarining ifloslanish darajasi fazoviy jihatdan baholandi;
- ekologik monitoringning operativligi va aniqligi oshirildi;
- ekologik ma'lumotlarning yagona raqamli bazasi shakllantirildi;
- ekologik prognozlash imkoniyatlari kengaydi.

Tahlil natijalari sanoat chiqindilarining nazoratsiz saqlanishi uzoq muddatda tuproq degradatsiyasi, suv resurslarining ifloslanishi va ekologik muvozanatning buzilishiga olib kelishini ko'rsatdi. Shu sababli fosfogips va boshqa texnogen chiqindilarni qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish, ekologik monitoring tizimlarini GIS asosida avtomatlashtirish hamda sanoat hududlarida muntazam geoeologik nazoratni kuchaytirish zarurligi aniqlandi.

MUHOKAMA

Bugungi kunda GIS va masofadan zondlash texnologiyalari geoeologik monitoringning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiyalar ekologik ma'lumotlarni tezkor yig'ish, qayta ishlash va tahlil qilish imkoniyatini beradi. Kimyo sanoati korxonalarida ekologik monitoring tizimlarini raqamlashtirish ekologik xavflarni kamaytirish hamda ekologik boshqaruv samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. GIS va masofadan zondlash texnologiyalarining integratsiyasi quyidagi ustunliklarni ta'minlaydi:

1. ekologik monitoringning operativligini oshirish;
2. ekologik xavf zonalarini modellashirish;
3. real vaqt rejimida monitoring olib borish;
4. ekologik prognozlash imkoniyatlarini kengaytirish;
5. ekologik boshqaruv tizimlarini avtomatlashtirish.

Kelgusida sun'iy intellekt, IoT sensorlari hamda GIS platformalarining integratsiyasi ekologik monitoring tizimlarini yanada takomillashtirishga xizmat qiladi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari kimyo sanoati chiqindilarining ekologik xavfini baholashda GIS va masofadan zondlash texnologiyalarining integratsiyasi yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Geoaxborot tizimlari yordamida fosfogips chiqindilarining hududiy tarqalishi, tuproq va suv resurslariga ta'siri hamda ekologik xavf zonalarini fazoviy jihatdan aniqlandi. Masofadan zondlash texnologiyalari esa ekologik o'zgarishlarni tezkor monitoring qilish, degradatsiyaga uchragan hududlarni aniqlash va ekologik holat dinamikasini baholash imkonini berdi. Kimyoviy laboratoriya tahlillari natijasida sanoat hududlariga yaqin joylarda sulfatlar, fosfatlar hamda og'ir metall ionlari konsentratsiyasi yuqori ekanligi aniqlandi. ArcGIS va QGIS platformalari asosida ishlab chiqilgan ekologik xavf xaritalari ifloslanish darajasi yuqori bo'lgan hududlarni aniqlash va monitoring tizimini optimallashtirish imkonini berdi. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari asosida o'simlik qoplami zichligining kamayishi, tuproq degradatsiyasi va yer sirt haroratining oshishi kabi geoeologik o'zgarishlar kuzatildi.

Tadqiqot asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. GIS texnologiyalari ekologik monitoringning aniqligi va operativligini oshiradi;
2. masofadan zondlash ma'lumotlari ekologik o'zgarishlarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi;
3. fosfogips chiqindilarining tuproq va suv resurslariga salbiy ta'siri geoeologik jihatdan tasdiqlandi;
4. ekologik xavf zonalarini modellashtirish sanoat chiqindilarining tarqalish dinamikasini prognoz qilish imkonini yaratadi;
5. GIS asosidagi monitoring tizimlari ekologik boshqaruv samaradorligini oshiradi.

Kelgusida kimyo sanoati korxonalarida GIS asosidagi avtomatlashtirilgan ekologik monitoring platformalarini joriy etish, IoT sensorlari va sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiyalash hamda masofadan zondlash ma'lumotlaridan keng foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bu esa sanoat chiqindilarining ekologik xavfini kamaytirish, tabiiy resurslarni muhofaza qilish hamda ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1]. United Nations Environment Programme (UNEP). Global Environment Outlook. – Nairobi: UNEP, 2023.
- [2]. Alloway B.J. Heavy Metals in Soils. – Springer, 2019.
- [3]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 30-oktabrdagi PF–5863-son Farmoni “2030-yilgacha bo'lgan davrda O'zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida”.
- [4]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-martdagi PQ–153-son Qarori “Suv xo'jaligi obyektlarida raqamli texnologiyalarni keng joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida”.
- [5]. Burrough P.A., McDonnell R.A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 2018.
- [6]. Otakuziyeva V. U. Oltin (III) ionini inert organik erituvchilar yordamida tanlab ekstraksiyalash va uni metilen ko'ki (MK) bilan bevosita organik fazada aniqlash // Строительство и образование. 2025. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oltin-iii-ionini-inert-organik-erituvchilar-yordamida-tanlab-ekstraksiyalash-va-uni-metilen-ko-ki-mk-bilan-bevosita-organik-fazada>
- [7]. Otakuziyeva Vazira Usmonjonovna OLTIN (III) Ionini ekstraksiya ajratib olish va organik reagentlar bilan to'g'ridan to'g'ri organik fazada kompleks hosil qilishning spektrofotometrik tadqiqi // Строительство и образование. 2024. № Спецвыпуск 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oltin-iii-ionini-ekstraksiya-ajratib-olish-va-organik-reagentlar-bilan-to-g-ridan-to-g-ri-organik-fazada-kompleks-hosil-qilishning>
- [8]. Ahmedov, Sultan, and Shahzodbek Abdunazarov. "Polimer chiqindilarni qayta ishlash muammolari." Empowerment of youth intellectual success (EYIS) 2.3 (2025): 31-34.
- [9]. Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D. Geographical Information Systems and Science. Wiley, 2021.
- [10]. Jensen J.R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. – Pearson Education, 2016.
- [11]. Lillesand T., Kiefer R., Chipman J. Remote Sensing and Image Interpretation. – Wiley, 2020.
- [12]. Skoog D.A., Holler F.J., Crouch S.R. Principles of Instrumental Analysis. – Cengage Learning, 2018.
- [13]. Harris D.C. Quantitative Chemical Analysis. – W.H. Freeman and Company, 2020.

**YASHIL KIMYO VA GEOAXBOROT TEXNOLOGIYALARI INTEGRATSIYASI:
EKOLOGIK BARQAROR TEXNOLOGIYALARNI GEOINFORMATSION TAHLIL
QILISH**

M.A. Abdukadirova¹, V.U. Otakuziyeva², tayanch doktorant M.M. Jalolova³, M.K. Olimova²

¹Fargʻona davlat texnika universiteti

²Qoʻqon davlat universiteti

³Samarqand davlat arxitektura – qurilish universiteti
([Qabul qilindi 20.04.2026 y.](#))

Annotatsiya. Mazkur maqolada yashil kimyo tamoyillariga asoslangan ekologik xavfsiz texnologiyalar va geoaxborot tizimlari (GIS) integratsiyasi asosida sanoat jarayonlarining ekologik samaradorligi baholandi. Tadqiqotda qayta tiklanuvchi xomashyo asosidagi kimyoviy jarayonlar, chiqindisiz ishlab chiqarish texnologiyalari hamda ularning hududiy ekologik taʼsiri GIS va masofadan zondlash texnologiyalari yordamida tahlil qilindi. ArcGIS va QGIS platformalarida yashil kimyo indikatorlari asosida ekologik xavf va barqarorlik xaritalari ishlab chiqildi. Natijalar yashil kimyo yondashuvining geoekologik monitoring bilan integratsiyasi ekologik xavflarni kamaytirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini koʻrsatdi.

Kalit soʻzlar: yashil kimyo, GIS, ekologik barqarorlik, chiqindisiz texnologiyalar, geoekologik monitoring, masofadan zondlash, ekologik xavf, barqaror rivojlanish.

KIRISH

Bugungi kunda dunyo miqyosida sanoatlashtirish jarayonlarining jadallashuvi natijasida ekologik muammolar, ayniqsa atmosfera havosi, tuproq va suv resurslarining ifloslanishi global darajadagi dolzarb masalalardan biriga aylanmoqda. Mineral oʻgʻit ishlab chiqarish korxonalari ekologik xavf darajasi yuqori boʻlgan sanoat obyektlari qatoriga kiradi. Ushbu korxonalarda fosforit va boshqa mineral xomashyolarni qayta ishlash jarayonida atmosfera havosiga chang, ammiak, fluor birikmalari hamda oltingugurt oksidlari ajralib chiqadi. Oqartirilmagan sanoat oqava suvlari esa tuproq va yer osti suvlarining kimyoviy ifloslanishiga sabab boʻladi [1]. Oʻzbekiston Respublikasida ekologik xavfsizlikni taʼminlash hamda sanoat korxonalarining atrof-muhitga salbiy taʼsirini kamaytirish davlat siyosatining ustuvor yoʻnalishlaridan biri sifatida belgilangan. Jumladan, Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 30-oktabrdagi PF–5863-sonli Farmonida “2030-yilgacha boʻlgan davrda Oʻzbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasi” tasdiqlanib, ekologik monitoring tizimlarini raqamlashtirish hamda zamonaviy GIS texnologiyalarini joriy etish vazifalari belgilangan [2]. Shuningdek, Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-martdagi PQ–153-sonli qarorida suv xoʻjaligi va ekologik monitoring tizimlarida geoaxborot tizimlari, masofadan zondlash hamda avtomatlashtirilgan monitoring texnologiyalarini keng joriy etish muhim vazifa sifatida qayd etilgan [3]. Mazkur qarorlar sanoat hududlarida ekologik monitoring samaradorligini oshirish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish hamda ekologik xavflarni kamaytirishga qaratilgan.

Mineral oʻgʻit ishlab chiqarish korxonalarida ekologik monitoring olib borishda anʼanaviy laboratoriya usullari ayrim hollarda tezkor va kompleks baholash imkonini bermaydi. Shu sababli GIS va masofadan zondlash texnologiyalaridan foydalanish ekologik monitoringning zamonaviy ilmiy-amaliy yoʻnalishlaridan biri hisoblanadi. Geoaxborot tizimlari ekologik maʼlumotlarni yigʻish, saqlash, qayta ishlash va fazoviy tahlil qilish imkonini beradi. Masofadan zondlash texnologiyalari esa sunʼiy yoʻldosh tasvirlari orqali ekologik oʻzgarishlarni real vaqt rejimida monitoring qilish imkoniyatini yaratadi [4]. Bugungi kunda ArcGIS, QGIS, ERDAS IMAGINE hamda Sentinel va Landsat sunʼiy yoʻldosh maʼlumotlari asosida sanoat hududlarining geoekologik holatini monitoring qilish boʻyicha keng koʻlamli tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu texnologiyalar ekologik xavf zonalarini aniqlash, ifloslanish darajasini xaritalashtirish va ekologik prognozlash ishlarini amalga oshirishda samarali vosita hisoblanadi [5]. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi mineral oʻgʻit ishlab chiqarish korxonalarining geoekologik monitoringini GIS va masofadan zondlash texnologiyalari asosida takomillashtirish, ekologik monitoring samaradorligini

oshirish hamda ekologik xavf zonalarini aniqlash bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Bugungi kunda global sanoatlashuv jarayonlarining jadallashuvi atrof-muhitga antropogen bosimning keskin ortishiga, shu bilan birga ekologik barqaror rivojlanish zaruratining yanada dolzarb masalaga aylanishiga sabab bo'lmoqda. Sanoat korxonalarining kengayishi, energiya iste'molining ortishi hamda tabiiy resurslardan intensiv foydalanish natijasida atmosfera havosi, suv havzalari va tuproq resurslarining ifloslanish darajasi sezilarli darajada kuchaymoqda [1], [2]. Shu nuqtai nazardan, yashil kimyo (green chemistry) konsepsiyasi kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlarini ekologik jihatdan xavfsiz, resurs tejamkor va chiqindisiz texnologiyalar asosida tashkil etishga yo'naltirilgan eng muhim zamonaviy ilmiy yo'nalishlardan biri sifatida e'tirof etiladi [3]. Yashil kimyo tamoyillari asosida ishlab chiqilayotgan texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilar miqdorini kamaytirish, zaharli kimyoviy moddalardan foydalanishni minimallashtirish hamda qayta tiklanuvchi xomashyolardan samarali foydalanishga asoslanadi [4]. Biroq bunday ekologik samarali texnologiyalarning hududiy ta'siri, ya'ni ularning geografik fazodagi ekologik barqarorlikka qo'shgan hissasini baholashda an'anaviy laboratoriya, kimyoviy va statistik yondashuvlar yetarli darajada kompleks natija bera olmaydi [5]. Shu sababli, geoaxborot tizimlari (GIS) va masofadan zondlash texnologiyalari integratsiyasi yashil kimyo jarayonlarini fazoviy tahlil qilish, ekologik monitoringni avtomatlashtirish hamda sanoat hududlarining ekologik holatini real vaqt rejimida baholashda muhim ilmiy-amaliy vosita sifatida katta ahamiyat kasb etmoqda [6]. GIS texnologiyalari ekologik ma'lumotlarni yig'ish, saqlash, qayta ishlash, tahlil qilish va fazoviy modellashtirish imkonini bersa, masofadan zondlash texnologiyalari sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida ekologik o'zgarishlarni tezkor aniqlash va monitoring qilish imkonini yaratadi [7]. Ushbu texnologiyalar integratsiyasi ekologik jarayonlarni hududiy kesimda chuqur tahlil qilish, ifloslanish manbalarini aniqlash hamda ekologik xavf zonalarini prognozlash imkonini beradi [8]. UNEP (United Nations Environment Programme) ma'lumotlariga ko'ra, yashil kimyo va ekologik toza texnologiyalarni sanoat ishlab chiqarishiga keng joriy etish global issiqxona gazlari chiqindilarini sezilarli darajada kamaytirish, uglerod izini qisqartirish hamda ekologik xavf darajasini pasaytirishda muhim rol o'ynaydi [9]. Shu bilan birga, dunyo miqyosida ArcGIS, QGIS, ERDAS IMAGINE kabi geoaxborot platformalari hamda Sentinel va Landsat sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari asosida ekologik monitoring tizimlarini rivojlantirish bo'yicha keng ko'lamli ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda [10]. O'zbekiston Respublikasida ham ekologik barqarorlikni ta'minlash, "yashil iqtisodiyot"ga o'tish hamda sanoat korxonalarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida belgilangan [11]. Bu esa yashil kimyo tamoyillari asosida ishlab chiqilayotgan texnologiyalarni GIS va masofadan zondlash tizimlari bilan integratsiya qilish zaruratini yanada kuchaytirmoqda [12]. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi yashil kimyo tamoyillariga asoslangan ekologik xavfsiz texnologiyalarning geoekologik samaradorligini GIS va masofadan zondlash texnologiyalari asosida baholash, ekologik barqarorlik darajasini aniqlash hamda sanoat jarayonlarining hududiy ekologik ta'siri bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat [13].

TADQIQOT METODLARI

Mazkur tadqiqotda yashil kimyo tamoyillariga asoslangan ekologik xavfsiz texnologiyalarning geoekologik samaradorligini baholash uchun kompleks ilmiy yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot metodologiyasi geoaxborot tizimlari (GIS), masofadan zondlash texnologiyalari, yashil kimyo indikatorlarini baholash, statistik va korrelyatsion tahlil hamda ekologik modellashtirish usullarining integratsiyasiga asoslandi. Ushbu integratsiyalashgan yondashuv ekologik jarayonlarni fazoviy va vaqtinchalik jihatdan chuqur tahlil qilish, shuningdek, sanoat hududlaridagi ekologik o'zgarishlarni kompleks baholash imkonini berdi.

Tadqiqotda quyidagi asosiy ilmiy usullardan foydalanildi:

- GIS asosida fazoviy tahlil
- Masofadan zondlash ma'lumotlarini qayta ishlash
- Yashil kimyo indikatorlarini baholash
- Statistik va korrelyatsion tahlil
- Ekologik modellashtirish

GIS tahlili. Tadqiqot jarayonida ArcGIS va QGIS geoaxborot platformalari asosida sanoat va ishlab chiqarish hududlarining ekologik barqarorlik darajasi fazoviy jihatdan tahlil qilindi va baholandi. Yashil kimyo indikatorlari — chiqindi miqdori, energiya samaradorligi hamda zaharli kimyoviy moddalarning ulushi asosida raqamli ekologik xaritalar ishlab chiqildi. Fazoviy interpolatsiya (IDW va Kriging) hamda qatlamli tahlil usullari yordamida hududlarning ekologik barqarorlik darajasi aniqlanib, yuqori, oʻrta va past barqarorlik zonalari tasniflandi. Ushbu yondashuv ekologik xavf darajasining hududiy taqsimotini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etdi.

Masofadan zondlash tahlili. Tadqiqotda Sentinel-2 va Landsat-8 sunʼiy yoʻldosh tasvirlaridan foydalanildi. Ushbu maʼlumotlar asosida NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) va LST (Land Surface Temperature) indeksleri hisoblandi. NDVI koʻrsatkichlari orqali oʻsimlik qoplami holati va uning degradatsiya darajasi baholandi, LST indeksi esa yer sirt haroratining fazoviy oʻzgarishini hamda texnogen issiqlik yukining hududiy taʼsirini aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar ekologik holatning hududiy dinamikasini tahlil qilishda yuqori ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini koʻrsatdi.

Statistik tahlil. Yashil kimyo texnologiyalari qoʻllanilgan hududlar bilan anʼanaviy ishlab chiqarish tizimlari mavjud hududlar oʻrtasidagi ekologik farqlar statistik va korrelyatsion tahlil asosida oʻrganildi. Tahlil jarayonida chiqindi miqdori, energiya samaradorligi, NDVI va LST koʻrsatkichlari oʻrtasidagi oʻzaro bogʻliqlik darajasi aniqlanib, ekologik samaradorlikning statistik modeli ishlab chiqildi. Natijalar yashil texnologiyalar qoʻllanilganda ekologik yukning sezilarli darajada kamayishini va ekologik barqarorlik darajasining oshishini tasdiqladi.

NATIJALAR VA TAHLIL

Tadqiqot natijalari yashil kimyo tamoyillari asosida faoliyat yurituvchi korxonalarda ekologik yuk darajasi anʼanaviy ishlab chiqarish tizimlariga nisbatan sezilarli darajada past ekanligini koʻrsatdi. Olingan natijalar ishlab chiqarishda chiqindisiz yoki kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish nafaqat emissiya hajmini kamaytirishini, balki hududiy ekologik barqarorlikni ham sezilarli darajada yaxshilashini tasdiqladi. GIS asosida amalga oshirilgan fazoviy tahlillar va statistik baholashlar natijasida quyidagi asosiy ekologik qonuniyatlar aniqlandi:

1. Yashil kimyo texnologiyalari joriy etilgan hududlarda sanoat chiqindilari hajmi oʻrtacha **35–60 % gacha kamaygani** qayd etildi; bu ayniqsa sulfatlar va texnogen chang emissiyasi kamayishi bilan izohlanadi;
2. Tuproq monitoring natijalariga koʻra, yashil texnologiyalar qoʻllanilgan zonalarda **tuproq degradatsiyasi indeksi 0.25–0.40 oraligʻida**, anʼanaviy hududlarda esa 0.55–0.75 oraligʻida ekanligi aniqlandi;
3. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) tahlili yashil texnologiyalar qoʻllanilgan hududlarda koʻrsatkichlar **0.62–0.78** oraligʻida boʻlib, bu oʻsimlik qoplami zichligi va biomassaning sezilarli darajada yaxshilanganini bildiradi;
4. LST (Land Surface Temperature) indeksi natijalari sanoat chiqindilari yuqori boʻlgan hududlarda yer sirt harorati **2–4°C ga yuqori** ekanligini, yashil texnologiyalar qoʻllanilgan hududlarda esa harorat nisbatan barqaror ekanligini koʻrsatdi;
5. Suv va tuproq namunalari GIS bilan integratsiyalashgan tahlili ayrim sanoat zonalarida ogʻir metall ionlari (Pb, Cd, Cr) konsentratsiyasi meʼyoriy darajaga nisbatan **1.2–1.8 baravar yuqori**, yashil texnologiyalar qoʻllanilgan hududlarda esa normaga yaqin ekanligini koʻrsatdi.

Fazoviy modellashtirish (IDW va Kriging interpolatsiya usullari) natijalari yashil kimyo texnologiyalari qoʻllaniladigan korxonalar atrofida aniq “past ekologik xavf zonalari” shakllanganini tasdiqladi. Ushbu zonalarda ifloslantiruvchi moddalar tarqalish radiusi kamaygan boʻlib, odatda **1–3 km** masofada konsentratsiya keskin pasayishi kuzatildi. ArcGIS platformasi asosida yaratilgan ekologik barqarorlik xaritalari sanoat hududlarini ekologik holatiga koʻra uch asosiy toifaga ajratish imkonini berdi:

- **Yuqori barqaror ekologik hududlar** – yashil texnologiyalar joriy etilgan, NDVI yuqori, LST past, chiqindi emissiyasi minimal hududlar;
- **Oʻrta barqaror ekologik hududlar** – aralash texnologiyalar qoʻllanilgan, ekologik yuk oʻrtacha darajada boʻlgan zonalar;

- **Past barqaror ekologik hududlar** – an'anaviy ishlab chiqarish ustun bo'lgan, chiqindi konsentratsiyasi yuqori, tuproq degradatsiyasi kuchli hududlar.

Shuningdek, korrelyatsion tahlil natijalari ekologik yuk bilan NDVI o'rtasida **manfiy kuchli bog'liqlik** ($r \approx -0.72$) mavjudligini, LST va chiqindi miqdori o'rtasida esa **ijobiy bog'liqlik** ($r \approx 0.68$) borligini ko'rsatdi. Bu esa ekologik holatni baholashda vegetatsiya va issiqlik indeksleri muhim indikator ekanligini tasdiqlaydi. Umuman olganda, olingan natijalar yashil kimyo texnologiyalarini joriy etish sanoat hududlarining ekologik holatini sezilarli darajada yaxshilashini, shuningdek, GIS va masofadan zondlash texnologiyalari ekologik jarayonlarni kompleks, fazoviy va dinamik baholashda yuqori ilmiy-amaliy samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatadi.

MUHOKAMA

Yashil kimyo va geoaxborot tizimlari (GIS) integratsiyasi ekologik monitoringni sifat jihatidan yangi, yuqori texnologik bosqichga olib chiqadi. Ushbu yondashuv nafaqat kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlarini ekologik nuqtayi nazardan baholash, balki ularning hududiy-ekologik oqibatlarini fazoviy va vaqtinchalik o'lchamda kompleks tahlil qilish imkonini ham beradi. Natijada ekologik jarayonlar alohida laboratoriya natijalari darajasida emas, balki dinamik rivojlanayotgan geotizim sifatida o'rganiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, GIS texnologiyalari ekologik jarayonlarni vizual, raqamli va fazoviy tahlil qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi. Bu esa ekologik monitoringning aniqligi, tezkorligi hamda prognozlash imkoniyatlarini oshiradi. Ayniqsa, fazoviy interpolatsiya, qatlamli tahlil va geostatistik modellar orqali ifloslanishning hududiy tarqalish qonuniyatlarini aniqlash ekologik boshqaruv tizimlari uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Shu bilan birga, yashil kimyo tamoyillari asosida ishlab chiqilgan texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonlarida chiqindilar miqdorini sezilarli darajada kamaytirib, zaharli kimyoviy moddalarning atrof-muhitga emissiyasini minimallashtiradi. Bu esa tuproq, suv va atmosfera komponentlarining ekologik yukini kamaytirib, tabiiy ekotizimlarning barqarorligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Integratsiyalashgan yondashuv — ya'ni GIS, masofadan zondlash va yashil kimyo tamoyillarining birgalikdagi qo'llanilishi — ekologik prognozlash tizimlarini yanada takomillashtiradi. Ushbu yondashuv ifloslanish jarayonlarining hududiy tarqalishini oldindan aniqlash, ekologik xavf zonalarini modellashtirish hamda favqulodda ekologik holatlarni bashorat qilish imkoniyatini kengaytiradi. Bu esa ekologik xavflarni kamaytirish va barqaror rivojlanish tamoyillarini amaliyotga joriy etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Kelajak istiqbollari nuqtayi nazaridan, sun'iy intellekt (AI) va IoT (Internet of Things) texnologiyalarining GIS tizimlari bilan integratsiyasi yashil kimyo asosidagi ekologik monitoringni yangi bosqichga olib chiqadi. Bunday yondashuv real vaqt rejimida ekologik ma'lumotlarni avtomatik yig'ish, ularni intellektual tahlil qilish hamda yuqori aniqlikdagi prognoz modellarini yaratish imkonini beradi. Natijada ekologik boshqaruv tizimlari yanada moslashuvchan, tezkor va ilmiy asoslangan qaror qabul qilish mexanizmiga ega bo'ladi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari asosida yashil kimyo tamoyillariga asoslangan ekologik xavfsiz texnologiyalarni geoaxborot tizimlari (GIS) va masofadan zondlash texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali sanoat ekologik monitoringini takomillashtirish bo'yicha quyidagi asosiy ilmiy xulosalar shakllantirildi:

1. Yashil kimyo zamonaviy ekologik muammolarni hal etishda muhim ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lib, u ekologik xavfsiz, resurs tejankor va barqaror ishlab chiqarish tizimlarini shakllantirishda asosiy metodologik asos vazifasini bajarishi aniqlandi;
2. Geoaxborot tizimlari (GIS) ekologik jarayonlarni fazoviy tahlil qilish, ifloslanish manbalarini aniqlash hamda hududiy ekologik barqarorlik darajasini ilmiy asosda baholash imkonini berishi tasdiqlandi;
3. Yashil kimyo tamoyillari asosidagi texnologiyalarni GIS platformalari bilan integratsiya qilish ekologik monitoring tizimlarining aniqligi, operativligi va prognozlash salohiyatini sezilarli darajada oshirishi ilmiy jihatdan asoslab berildi;
4. Masofadan zondlash texnologiyalari ekologik o'zgarishlarni real vaqt rejimida kuzatish, vegetatsiya holatini baholash hamda yer sirtining termal dinamikasini tahlil qilishda muhim ilmiy-amaliy vosita ekanligi ko'rsatildi;
5. Yashil texnologiyalarni ishlab chiqarish tizimlariga joriy etish sanoat korxonalarining ekologik yukini kamaytirish, tuproq va suv resurslariga salbiy antropogen ta'sirni minimallashtirish hamda ekologik muvozanatni saqlashga xizmat qilishi tasdiqlandi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, yashil kimyo, GIS va masofadan zondlash texnologiyalarining integratsiyasi zamonaviy ekologik monitoring tizimlarining ilmiy asoslangan, ko'p qatlamli va raqamlashtirilgan modelini shakllantirish imkonini beradi. Kelgusida yashil kimyo tamoyillariga asoslangan ishlab chiqarish korxonalarida geoaxborot tizimlari (GIS), sun'iy intellekt (AI) hamda IoT sensor texnologiyalariga asoslangan avtomatlashtirilgan ekologik monitoring tizimlarini joriy etish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunday yondashuv ekologik xavflarni oldindan prognoz qilish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, sanoat jarayonlarining ekologik samaradorligini oshirish hamda barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1]. United Nations Environment Programme (UNEP). Global Environment Outlook. – Nairobi, 2023.
- [2]. Anastas P.T., Warner J.C. Green Chemistry: Theory and Practice. – Oxford University Press, 1998.
- [3]. Alloway B.J. Heavy Metals in Soils. – Springer, 2019.
- [4]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 30-oktabrdagi PF–5863-son Farmoni “2030-yilgacha bo'lgan davrda O'zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasi to'g'risida”.
- [5]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-martdagi PQ–153-son Qarori “Suv xo'jaligi obyektlarida raqamli texnologiyalarni keng joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida”.
- [6]. Otakuziyeva V. U. Oltin (III) ionini inert organik erituvchilar yordamida tanlab ekstraksiyalash va uni metilen ko'ki (MK) bilan bevosita organik fazada aniqlash // Строительство и образование. 2025. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oltin-iii-ionini-inert-organik-erituvchilar-yordamida-tanlab-ekstraksiyalash-va-uni-metilen-ko-ki-mk-bilan-bevosita-organik-fazada>
- [7]. Otakuzieva Vazira Usmonjonovna OLTIN (III) Ionini ekstraksiya ajratib olish va organik reagentlar bilan to'g'ridan to'g'ri organik fazada kompleks hosil qilishning spektrofotometrik tadqiqi // Строительство и образование. 2024. № Спецвыпуск 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oltin-iii-ionini-ekstraksiya-ajratib-olish-va-organik-reagentlar-bilan-to-g-ridan-to-g-ri-organik-fazada-kompleks-hosil-qilishning>
- [8]. Environmental Systems Research Institute (ESRI). ArcGIS Documentation: GIS for Environmental Applications. Available at: <https://www.esri.com>
- [9]. Ahmedov, Sultan, and Shahzodbek Abdunazarov. "Polimer chiqindilarni qayta ishlash muammolari." Empowerment of youth intellectual success (EYIS) 2.3 (2025): 31-34.
- [10]. Axmedov, Sultan. "Construction materials concrete and reinforced concrete corrosion analysis." Развитие педагогических технологий в современных науках 4.6 (2025): 33-36.
- [11]. Otakuziyeva Vazira Usmonjonovna, Ismoilov Umid Isaqovich, Toshxujayev Shukurjon Shavkatjon o'g'li Ammoniyashgan superfosfat ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish orqali minerallardan foydalanish darajasini oshirishda eruvchanlik xususiyatini yaxshilash. (2026). International journal of science and technology, 3(01), 12-16. <https://doi.org/10.70728/tech.v3.i01.003>
- [12]. Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). QGIS User Guide. Available at: <https://qgis.org>.

ANDIJON VILOYATI QO'RG'ONTEPA TUMANI YUKSALISH MFY YOSHLAR KICHIK SANOAT ZONASIDA JOYLASHGAN SUTNI QAYTA ISHLASH, YARIM TAYYOR MAHSULOTLAR VA MUZQAYMOQ ISHLAB CHIQARISH SEXI BINO-INSHOOTLARINI INSTRUMENTAL-TEXNIK TEKSHIRUVDAN O'TKAZISH BO'YICHA ILMIY-TEXNIK XULOSA TAHLILI

D.A. Xalilov, Sh.M. Davlyatov, B.I. Kimsanov

Farg'ona davlat texnika universiteti

e-mail: khalilov@att.uz

e-mail: davlatshox@inbox.ru

ORCID: 0009-0006-7204-7192

e-mail: baxromjonkimsanov@gmail.com

ORCID: 0009-0006-7204-7192

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada Andijon viloyati Qo'rg'ontepa tumani Yuksalish MFY Yoshlar kichik sanoat zonasida joylashgan sutni qayta ishlash, yarim tayyor mahsulotlar va muzqaymoq ishlab chiqarish sexi bino-inshootlarining № 9-26-son xo'jalik shartnomasi asosida o'tkazilgan instrumental-texnik tekshiruv natijalari keltirilgan. Tekshiruv davomida poydevor, yuk ko'taruvchi va to'siq konstruksiyalar, tom yopmasi hamda muhandislik tizimlarining mavjud texnik holati zamonaviy putur yetkazmasdan

tekshirish usullari (sklerometriya, ultratovush, profometriya, geodezik nivelirlash va boshqalar) yordamida baholandi. Olingan natijalar amaldagi me'yoriy hujjatlar talablari bilan taqqoslanib, konstruksiyalarning texnik holat toifasi aniqlandi hamda binoni xavfsiz foydalanishni ta'minlash bo'yicha asoslangan tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: instrumental-texnik tekshiruv, sanoat binolari, texnik holat baholash, buzmasdan tekshirish usullari, temirbeton konstruksiyalar, korroziya, ekspluatatsiya xavfsizligi.

Аннотация. В статье представлены результаты инструментально-технического обследования зданий и сооружений цеха по переработке молока, производству полуфабрикатов и мороженого, расположенного в молодёжной малой промышленной зоне махалли Юксалиш Кургантепинского района Андижанской области, выполненного на основании хозяйственного договора № 9-26. В ходе обследования с применением неразрушающих методов контроля (склерометрия, ультразвуковое прозвучивание, профометрия, геодезическое нивелирование и др.) оценено фактическое техническое состояние фундаментов, несущих и ограждающих конструкций, кровли и инженерных систем. Полученные данные сопоставлены с требованиями действующих нормативных документов, определена категория технического состояния конструкций, разработаны обоснованные рекомендации по обеспечению безопасной дальнейшей эксплуатации объекта.

Ключевые слова: инструментально-техническое обследование, промышленные здания, оценка технического состояния, неразрушающие методы, железобетонные конструкции, коррозия, безопасность эксплуатации.

Annotation. This article presents the results of an instrumental technical inspection of the buildings and structures of the milk processing, semi-finished products and ice cream production workshop located in the youth small industrial zone of Yuksalish MFY, Qorgontepa district, Andijan region, carried out under economic contract No. 9-26. During the inspection, non-destructive testing methods (rebound hammer testing, ultrasonic pulse testing, rebar/cover-meter scanning, geodetic levelling, etc.) were used to assess the actual technical condition of the foundations, load-bearing and enclosing structures, roofing and engineering systems. The obtained data were compared with the requirements of current regulatory documents, the technical condition category of the structures was determined, and substantiated recommendations were developed to ensure the safe further operation of the facility.

Keywords: instrumental technical inspection, industrial buildings, technical condition assessment, non-destructive testing methods, reinforced concrete structures, corrosion, operational safety.

Kirish.

Oziq-ovqat sanoati korxonalariga, jumladan sutni qayta ishlash va muzqaymoq ishlab chiqarish obyektlariga mansub bino-inshootlar maxsus ekspluatatsiya sharoitida ishlaydi: yuqori namlik, o'zgaruvchan harorat (sovutish va isitish kameralari), sanitariya-gigiena talablari bo'yicha muntazam yuvish va dezinfektsiyalash kabi omillar konstruksiyalarning erta eskirishi va korrozion shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli bunday obyektlarning texnik holatini davriy ravishda instrumental usullar bilan tekshirish va ilmiy asoslangan xulosa berish dolzarb amaliy-ilmiy ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — № 9-26-son xo'jalik shartnomasi asosida Andijon viloyati Qo'rg'ontepa tumani Yuksalish MFY Yoshlar kichik sanoat zonasida joylashgan sutni qayta ishlash, yarim tayyor mahsulotlar va muzqaymoq ishlab chiqarish sexi bino-inshootlarining faktik texnik holatini buzmasdan tekshirish usullari orqali aniqlash, olingan natijalarni amaldagi me'yoriy hujjatlar talablari bilan taqqoslash hamda obyektning xavfsiz ekspluatatsiyasi bo'yicha ilmiy-texnik xulosa va tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

- 1) obyektning loyiha-texnik hujjatlarini o'rganish;
- 2) bino-inshootlarni vizual (ko'zdan kechirish) tekshiruvdan o'tkazish;
- 3) instrumental-texnik (batafsil) tekshiruv o'tkazish;
- 4) olingan ko'rsatkichlarni me'yoriy qiymatlar bilan taqqoslash va tahlil qilish;
- 5) konstruksiyalarning texnik holat toifasini belgilash;
- 6) ilmiy asoslangan tavsiyalar va xulosa shakllantirish.

Bundan tashqari, Farg'ona vodiysi (jumladan, Andijon viloyati) seysmik jihatdan faol hudud hisoblanadi (QMQ 2.01.03-19 bo'yicha 8-9 ballik zona). Shu sababli, ishlab chiqarish binolarining

texnik holatini va seysmik mustahkamligini instrumental usullar bilan tekshirish, ularning xavfsizligini ta'minlash dolzarb muhandislik va ilmiy vazifa hisoblanadi. Ushbu tadqiqot № 9-26 xo'jalik shartnomasi doirasida mazkur sex binolarining real texnik holatini baholash maqsadida amalga oshirildi.

Nazariy qism.

Bino va inshootlarning texnik holatini instrumental usulda tekshirish respublikamizda ShNQ 2.01.15-2021 «Mavjud bino va inshootlarning texnik holatini baholash qoidalari», GOST 31937-2011 «Zdaniya i soorujeniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa texnicheskogo sostoyaniya» hamda beton va temirbeton konstruksiyalarga oid ShNQ 2.03.01-19 kabi me'yoriy hujjatlar talablari asosida amalga oshiriladi. Ushbu hujjatlarga ko'ra, tekshiruv jarayoni bosqichma-bosqich tashkil etiladi: tayyorgarlik bosqichi (loyiha-ijro hujjatlarini o'rganish), vizual tekshiruv bosqichi, instrumental (batafsil) tekshiruv bosqichi, zarur hollarda laboratoriya sinovlari va hisob-kitoblar, so'ngra yakuniy xulosa tayyorlash.

Instrumental tekshiruvda, odatda, konstruksiyalarni buzmasdan nazorat qilish (buzmasdan tekshirish nazorat) usullari qo'llaniladi. Beton elementlarining qirilish mustahkamligini aniqlash uchun:

sklerometrlar (masalan, elastik zarba prinsipida ishlovchi IPS-MG4.03 turdagi asboblari) qo'llaniladi;

armaturaning joylashish chuqurligi, diametri va qadami profometrlar (magnit-induktiv prinsip) yordamida aniqlanadi;

konstruksiya ichidagi nuqsonlar (bo'shliqlar, yoriqlar) ultratovush usulida tekshiriladi;

vertikal va gorizontal tekisliklardagi og'ishlar, cho'kishlar geodezik nivelir va teodolitlar yordamida o'lchanadi;

namlik darajasi elektron vlagomerlar bilan, issiqlik ko'priklari esa termografik kameralar bilan aniqlanadi.

Tekshiruv natijasida olingan miqdoriy ko'rsatkichlar me'yoriy hujjatlarda belgilangan ruxsat etilgan (chegaraviy) qiymatlar bilan taqqoslanadi. Shu asosda bino va inshootning texnik holati to'rtta toifaga bo'lib baholanadi:

I — yaxshi (normativ) holat, ekspluatatsiyaga cheklovsiz yaroqli;

II — qoniqarli holat, yengil defektlar mavjud, lekin konstruksiyaning ishlash qobiliyatiga ta'sir qilmaydi;

III — cheklangan yaroqli holat, konstruksiyalarni mustahkamlash yoki ta'mirlash talab etiladi;

IV — avariya (xavfli) holat, konstruksiyani darhol foydalanishdan to'xtatish yoki mustahkamlash zarur. Ushbu toifalash tizimi tekshiruv natijalarini ilmiy asoslash va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Bino va inshootlarning instrumental-texnik tekshiruv destruktiv bo'lmagan (buzProperty-metodlarsiz) nazorat (DBN) nazariyasiga asoslanadi. Beton va g'ishtli konstruksiyalarning mustahkamligini baholashda ultratovush impuls usuli va mexanik usullar (elastik qaytish, plastik deformatsiya) keng qo'llaniladi.

Konstruksiyalarning seysmik mustahkamligini hisoblashda asosiy nazariy tenglama sifatida inshootning xususiy tebranishlar davri va shakli hisobga olinadi. Ko'p qavatli yoki sanoat binolari uchun dinamik yuklamalar ostidagi kuchlanish-deformatsiya holati quyidagi differensial tenglama orqali ifodalanadi:

$$M\ddot{x}(t) + C\dot{x}(t) + Kx(t) = F(t)$$

Bu yerda:

M — inshootning massa matritsasi;

C — so'nish (dissipatsiya) matritsasi;

K — konstruksiyaning qattiqlik (jestkost) matritsasi;

F(t) — tashqi dinamik (seysmik) kuch.

Instrumental tekshiruvlar natijasida olingan materiallarning amaldagi mustahkamligi (R_{act}) va loyihaviy mustahkamligi (R_{proj}) o'rtasidagi farq aniqlanib, inshootning deformatsiyalanish darajasi baholanadi.

Amaliy tajriba natijalari.

Tekshiruv obyekti — bir qavatli sanoat binosi bo'lib, umumiy qurilish maydoni taxminan 1600 m² ni tashkil etadi va temirbeton/g'isht aralash konstruktiv tizimga ega. Bino tarkibiga sut qabul qilish va qayta ishlash sexi, yarim tayyor mahsulotlar tayyorlash bo'limi, muzqaymoq ishlab chiqarish liniyasi, sovutish kameralari va yordamchi-xizmat xonalari kiradi. Binoning foydalanishga topshirilgan yili — 2024.

Tekshiruv jarayonida quyidagi asbob-uskunalaridan foydalanildi.

(1-jadval).

№	Asbob-uskuna nomi	Markasi / modeli	O'lchash parametri	Metrologik tasdiq (kalibrovka) raqami
1	Beton qattqlik o'lchagich (sklerometr)	IPS-MG4.03 / Oniks-2.5	Betonning qirilish mustahkamligi, MPa	№ K-756254-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.
2	Armatura qidirgich (profometr)	POISK-2.7 / Profometer PM-650	Armatura diametri va joylashish chuqurligi, mm	№ K-756255-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.
3	Yoriq kengligini o'lchash mikroskopi	MPB-3 / Crack-meter	Yoriq kengligi, mm	№ K-756256-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.
4	Ultratovush qalinlik o'lchagich	UT-93P / UT-1M	Element qalinligi va beton strukturasi zichligi	№ K-756257-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.
5	Lazer masofa o'lchagich	Leica DISTO D2	Chiziqli o'lchamlar, m	№ K-756258-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.
6	Optik nivelir	N-3 / Sokkia B40	Vertikal yo'nalishdagi og'ishlar (cho'kish), mm	№ K-756259-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.
7	Namlik o'lchagich (vlagomer)	Testo 606-2	Qurilish konstruksiyalari namligi, %	№ K-756260-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.
8	Termografik kamera	Testo 875i	Issiqlik ko'priklari va namlik o'choqlari	№ K-756264-2025 amal qilish muddati 24.12.2026.

Izoh.

IPS-MG4.03 va Oniks-2.5 Bu ikki qurilma — qurilish konstruksiyalarini instrumental-texnik tekshirishda eng keng tarqalgan, bir-biriga raqobatchi bo'lgan beton mustahkamligini destruktiv bo'lmagan (buzmasdan) nazorat qilish asboblari (sklerometrlar) hisoblanadi. Ikkala qurilma ham mexanik impuls (urilish-qaytish) usuliga asoslangan bo'lib, beton, g'isht va qorishmalarning siqilishdagi mustahkamlik chegarasini (MPa yoki kgs/sm² da) aniqlaydi.

MPB-3 (Mikroskop otschetnyy Brinellya) qurilmasi va elektron yoki mexanik krek-metrlar (Crack-meter — devor va konstruksiyalardagi yoriqlar kengligini va ularning dinamikasini o'lchovchi moslama) O'zbekiston Respublikasi milliy o'lchov tizimi talablariga muvofiq majburiy yoki ixtiyoriy kalibrlash (qiyoslash) sinovlaridan o'tkazilishi shart.

Instrumental tekshiruv natijasida quyidagi asosiy ko'rsatkichlar aniqlandi

(2-jadval).

№	Konstruksiya elementi	O'lchangan ko'rsatkich	Aniqlangan qiymat	Me'yoriy (ruxsat etilgan) qiymat
1	Poydevor (fundament)	Nisbiy cho'kish	54 mm	≤ 100 mm (ShNQ 2.02.01)
2	Yuk ko'taruvchi devor (g'isht)	Beton/g'isht qattiqligi	7,5 MPa	Loyiha markasidan kam emas
3	Temirbeton ustun	Beton mustahkamligi (sklerometr)	18,5 MPa (B15)	Loyiha bo'yicha B20
4	Temirbeton ustun	Himoya qatlami qalinligi	22 mm	$\geq 20-25$ mm (ShNQ 2.03.01)
5	Yopma paneli (plita)	Oraliq markazidagi egilish	7 mm	$\leq L/200$ (ShNQ 2.03.01)
6	Yopma paneli (plita)	Yoriqlar kengligi	0,08 mm	$\leq 0,3$ mm (agressiv muhitda $\leq 0,2$ mm)
7	Ichki devorlar (sovuqxona zonasi)	Namlik darajasi	8 %	$\leq 8-10$ % (ShNQ 2.01.15)
8	Tom yopmasi	Gidroizolyatsiya holati	Qoniqarli	Sizish va namlanish izlari bo'lmasligi
9	Metall konstruksiyalar (ferma/to'sin)	Korroziya chuqurligi	0,02 mm	Kesim yuzasining 5% idan oshmasligi

Vizual tekshiruv davomida sexning ayrim ichki devorlarida, ayniqsa sovutish kameralari va yuvish zonalariga tutash qismlarda, namlik izlari va mayda sathli zararlanishlar kuzatildi. Tom yopmasining gidroizolyatsiya qatlamida mahalliy shikastlanishlar va eskirish belgilari aniqlandi. Metall konstruksiyalarda (mavjud bo'lsa) yuzaki korroziya o'choqlari qayd etildi. Poydevor va yuk ko'taruvchi konstruksiyalarda avariya bop darz yoki deformatsiya alomatlari vizual ravishda aniqlanmadi.

Tekshiruv davomida qo'shimcha quyidagi amaliy natijalar olindi:

1. Poydevorlar holati: Binoning poydevor qismlari ochib ko'rilganda, gidroizolyatsiya qatlamining qisman buzilganligi aniqlandi. Namlik ta'sirida poydevor betonining yuza qismida sho'rlanish (effloressensiya) kuzatilgan.

2. Beton mustahkamligi: Seysmik belbog' (seysmopoyas) va temir-beton ustunlarning betoni ultratovush usulida tekshirilganda, ularning mustahkamlik sinfi loyihadagi B20 (M250) o'rniga amalda B15 (M200) ekanligi ma'lum bo'ldi.

3. Devorlar holati: Pishgan g'ishtdan tiklangan ko'taruvchi devorlarning qorishma mustahkamligi (markasi) M25-M50 oralig'ida ekanligi aniqlandi. Ayrim joylarda texnologik issiqlik va namlik ta'sirida g'ishtlarning uvalanishi kuzatilgan.

Natijalar tahlili.

Olingan instrumental o'lchov natijalarini amaldagi ShNQ 2.01.15-2021 va ShNQ 2.03.01-19 talablari bilan taqqoslash shuni ko'rsatadiki, binoning asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalari (poydevor, ustunlar, yopma panellari) umumiy holda loyiha ko'rsatkichlariga yaqin mustahkamlik darajasini saqlab qolgan. Shu bilan birga, ayrim lokal zonlarda — xususan yuqori namlik va harorat tebranishi kuzatiladigan sovutish kameralari atrofida — betonning yuza qatlamida karbonizatsiya jarayoni tezlashgani va himoya qatlamining qisman yupqalashgani aniqlandi, bu esa kelgusida armaturaning korroziyalanish xavfini oshiradi.

Yopma panellarida qayd etilgan yoriqlar kengligi umumiy holda me'yoriy ruxsat etilgan chegaradan oshmagan, ammo ayrim nuqtalarda chegaraviy qiymatlarga yaqinlashgan holatlar

kuzatildi, bu konstruksiyalarni kelgusida muntazam monitoring qilish zaruratini ko'rsatadi. Tom yopmasidagi gidroizolyatsiya shikastlanishlari namlikning devorlar va yopma ichiga sizib kirishiga sabab bo'layotgani, bu esa o'z navbatida beton va g'isht konstruksiyalarning uzoq muddatli mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligi aniqlandi. Umumiy tahlil natijasida obyektning texnik holati nazariy qismda keltirilgan toifalash bo'yicha asosan II toifa (qoniqarli holat, yengil defektlar mavjud) ga, ayrim lokal zonalarda esa III toifa (cheklangan yaroqli holat) belgilariga yaqin deb baholandi.

Olingan instrumental ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bino umumiy hisobda barqaror holatda, biroq sutni qayta ishlash jarayonida ajralib chiquvchi namlik va yuvish vositalari (ishqorlar, kislotalar) devor va pol konstruksiyalariga salbiy ta'sir ko'rsatgan.

Konstruktiv element	Loyihaviy ko'rsatkich	Amaldagi holat (Instrumental)	Baholash (Kategoriya)
Poydevor betoni	B15 (M200)	B12.5 (M150)	Qoniqarli (II-toifa)
Ko'taruvchi devorlar	M75 (G'isht)	M50-M75 (Ayrim joylarda namlangan)	Chegaralangan-soz (III-toifa)
Seysmik belbog'	B20 (M250)	B15 (M200)	Qoniqarli (II-toifa)

Binoning seysmik mustahkamligini qayta hisoblash shuni ko'rsatdiki, materiallar mustahkamligining pasayishi va devorlardagi mahalliy namlanishlar tufayli inshootning 9 ballik zilzilaga bardoshlilik zaxirasi 15-18% ga kamaygan. Bu esa zudlik bilan texnik tadbirlarni amalga oshirishni talab etadi.

Tavsiyalar.

Instrumental-texnik tekshiruv va ilmiy-texnik xulosa asosida sex binosini xavfsiz ekspluatatsiya qilish uchun quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi:

✓ Ventilyatsiya tizimini yaxshilash: Sutni qayta ishlash va muzqaymoq ishlab chiqarish xonalaridagi yuqori namlikni kamaytirish uchun majburiy oqib keluvchi-tortuvchi (pritochno-vytyajnaya) ventilyatsiya tizimini modernizatsiya qilish.

✓ Gidroizolyatsiya va antikorroziya: Namlik yuqori bo'lgan zonalarda devor va pol yuzalarini maxsus kimyoviy chidamli va suv o'tkazmaydigan polimer qoplamalar bilan himoyalash.

✓ Konstruksiyalarni kuchaytirish: Mustahkamligi kamaygan g'ishtli devor qismlarini va ustunlarni metall to'rlar (torkret-beton) yoki kompozit materiallar (ugoplastik) yordamida kuchaytirish (rubashka kiydirish).

✓ Monitoring: Binoning deformatsiyalanish holatini kuzatish uchun devorlardagi mavjud mikrodarzlklarga mayoqchalar (mayak) o'rnatish va har 6 oyda texnik ko'rikdan o'tkazish.

1. Tom yopmasining gidroizolyatsiya qatlamini to'liq qayta tiklash va sizib o'tish joylarini bartaraf etish;

2. Yuqori namlik kuzatilgan zonalarda devorlar va yopma qismlarini quritish, samarali ventilyatsiya tizimini ta'minlash;

3. Himoya qatlami yupqalashgan temirbeton elementlarni maxsus korroziyaga qarshi himoyalovchi qoplama bilan qayta ishlash;

4. Chegaraviy qiymatlarga yaqinlashgan yoriqlarni muntazam (har 6 oyda kamida bir marta) asboblarda yordamida kuzatuvga olish va yoriq kengligining o'zgarish dinamikasini qayd etish;

5. Metall konstruksiyalardagi korroziya o'choqlarini tozalash va zamonaviy antikorrozion qoplama bilan ishlov berish;

6. Obyektning keyingi instrumental-texnik tekshiruvini ShNQ 2.01.15-2021 talablariga muvofiq belgilangan muddatlarda (lekin kamida 5 yilda bir marta, agressiv muhit zonalarida esa tezroq) o'tkazib turish;

7. Aniqlangan kamchiliklar bartaraf etilgunga qadar mazkur zonalarida yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga qo'shimcha statik yoki dinamik yuklama berilishining oldini olish.

Xulosa.

O'tkazilgan instrumental-texnik tekshiruv natijalariga ko'ra, Andijon viloyati Qo'rg'on tepa tumani Yuksalish MFY Yoshlar kichik sanoat zonasida joylashgan sutni qayta ishlash, yarim tayyor mahsulotlar va muzqaymoq ishlab chiqarish sexi bino-inshootlarining asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalari umumiy olganda qoniqarli texnik holatda bo'lib, tegishli tavsiyalar bajarilishi sharti bilan obyektни belgilangan maqsadda xavfsiz ekspluatatsiya qilish mumkin deb xulosa qilinadi.

Shu bilan birga, tom yopmasi gidroizolyatsiyasi va yuqori namlik zonalaridagi konstruksiyalar bo'yicha aniqlangan kamchiliklarni ushbu maqolada keltirilgan tavsiyalar asosida qisqa muddatda bartaraf etish, shuningdek obyektning keyingi texnik holatini davriy instrumental monitoring orqali nazorat qilib borish tavsiya etiladi.

Binoning hozirgi texnik holati **III-toifaga (chegaralangan-soz holatga)** mansub bo'lib, undan foydalanish xavfsizligini ta'minlash uchun rejali ta'mirlash va kuchaytirish ishlarini olib borish zarur.

Sanoat zonasidagi muhit (yuqori namlik, issiqlik) konstruksiyalarning eskirishini tezlashtirgan, bu esa seysmik xavfsizlik ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir etgan.

Maqolada tavsiya etilgan muhandislik yechimlari va tavsiyalar to'liq bajarilgan taqdirda, binoning xizmat qilish muddati yana 20-25 yilga uzayadi va 9 ballik seysmik yuklamalarga bardoshlilik ta'minlanishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. O'zR Qurilish vazirligi. ShNQ 2.01.15-2021 «Mavjud bino va inshootlarning texnik holatini baholash qoidolari». — Toshkent, 2021.
- [2]. QMQ 2.01.03-19. Seysmik hududlarda qurilish. Toshkent, O'zbekiston Qurilish vazirligi, 2019.
- [3]. GOST 31937-2011. Zdaniya i soorujeniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa texnicheskogo sostoyaniya. — M.: Standartinform, 2014.
- [4]. ShNQ 2.03.01-19. Beton va temirbeton konstruksiyalar. Asosiy qoidalar. — Toshkent, 2019.
- [5]. ShNQ 2.02.01-98. Bino va inshootlar poydevori. — Toshkent, 1998.
- [6]. ShNK 2.01.21-18. Bino va inshootlarning texnik holatini tekshirish qoidolari. Toshkent, 2018.
- [7]. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. — М., 2015.
- [8]. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
- [9]. Raximov A.M., Saidov B.S. Bino va inshootlarni instrumental tekshirish usullari va asbob-uskunalar. TASI, Toshkent, 2021.
- [10]. Bondarenko V.M., Suvorkin D.G. Jelezobetonnyye konstruksii sanoat binolari: nadejnost i dolgovechnost. Moskva, Stroyizdat, 2018.
- [11]. Ulug'ov I.S., Razzoqov A.A. Mavjud bino va inshootlarning texnik holatini instrumental usullarda baholash. — Toshkent: O'zbekiston, 2020.
- [12]. Davlatov M. A., Davlatov Sh. M. Methods of non-destructive testing of operational properties of buildings and structures in seismic zones of the Fergana Valley. // International Journal of Architectural and Infrastructure Development (Xalqaro me'morchilik va infratuzilmani rivojlantirish jurnali).
- [13]. Qurilish konstruksiyalarini buzmasdan tekshirish nazorat usullari bo'yicha o'quv-uslubiy qo'llanma / mas'ul mualliflar jamoasi. — Toshkent: TAQI nashriyoti, 2019.
- [14]. № 9-26-son xo'jalik shartnomasi va unga ilova qilingan texnik topshiriq hujjatlari, 25.05.2026 yil.
- [15]. Davlatov Sh. M. Application of modern laser and digital devices in technical inspection of buildings. // Science and Innovation International Scientific Journal.
- [16]. Ismailov Sh.A. Farg'ona vodiysi sharoitida sanoat binolarining seysmomustahkamligini baholash. Ilmiy jurnal "Qurilish va Me'morchilik", №3, 2023.

BAZALT TOLALARNING BETON MATRITSASIDA BIR TEKIS TAQSIMLANISH QONUNIYATLARINI VA ULARNING FIBROBETONNING MUSTAHKAMLIK XUSUSIYATLARIGA TA'SIRINI ANIQLASH

S. J. Razzakov, A. Sh. Martazayev, B. G'. Jo'rayev, O. Q. Fozilov, A. R. Axmedov, A. S. Jo'rayeva

Namangan davlat texnika universiteti

[\(Qabul qilindi 20.04.2026 y.\)](#)

Ushbu maqolada bazalt tolalarning beton matritsasi hajmi bo'ylab taqsimlanish xususiyatlari hamda ularning fibrobetonning siqilishdagi mustahkamligiga ta'siri eksperimental tadqiq etilgan. Tadqiqotda bazalt tolalarining uzunligi 5, 10, 20, 30, 40 va 50 mm, hajmiy miqdori esa 0,1–0,4 % oralig'ida o'zgartirildi. Tolalarni beton qorishmasiga kiritishning quruq aralashtirish, tayyor qorishmaga kiritish va superplastifikator eritmasida oldindan dispersiyalash usullarini o'z ichiga olgan uch xil texnologiya tadqiq qilindi. Tolalarning beton matritsasi taqsimlanish bir xilligi namunalar mustahkamligi natijalarining variatsiya koeffitsienti orqali bilvosita baholandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, T1 texnologiyasi eng yuqori o'rtacha mustahkamlikni 34,46 MPa va eng past variatsiya koeffitsientini 3,26 % ta'minladi. Eng samarali tarkib 20 mm uzunlikdagi va 0,2 % hajmiy miqdordagi bazalt tolani T1 texnologiyasi asosida kiritish orqali olindi. Mazkur tarkibda o'rtacha siqilishdagi mustahkamlik 36,67 MPa ni tashkil etib, nazorat tarkibiga nisbatan 24,90 % ga yuqori bo'ldi, variatsiya koeffitsienti esa 2,95 % ni tashkil etdi. Olingan natijalar bazalt tolali fibrobeton tarkibini optimallashtirish, xususan, tola uzunligi, miqdori va beton qorishmasiga kiritish texnologiyasini tanlash uchun amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: bazalt tola, fibrobeton, dispers armaturalash, bir tekis taqsimlanish, siqilishdagi mustahkamlik, variatsiya koeffitsienti, aralashtirish texnologiyasi; tola uzunligi; tola hajmiy miqdori; beton matritsasi.

В данной статье экспериментально исследованы особенности распределения базальтовых волокон по объёму бетонной матрицы и их влияние на прочность фибробетона при сжатии. В исследовании варьировались длина базальтовых волокон 5, 10, 20, 30, 40 и 50 мм и их объёмное содержание в диапазоне 0,1-0,4 %. Исследованы три технологических способа введения волокон в бетонную смесь: сухое перемешивание, введение в готовую бетонную смесь и предварительное диспергирование в растворе суперпластификатора. Однородность распределения волокон в бетонной матрице косвенно оценивалась по коэффициенту вариации результатов прочности образцов. Результаты исследования показали, что технология T1 обеспечила наибольшую среднюю прочность 34,46 МПа и наименьший коэффициент вариации 3,26 %. Наиболее эффективным признан состав с базальтовым волокном длиной 20 мм и объёмным содержанием 0,2 %, введённым по технологии T1. Средняя прочность данного состава при сжатии составила 36,67 МПа, что на 24,90 % выше показателя контрольного состава, при этом коэффициент вариации составил 2,95 %. Полученные результаты имеют практическое значение для оптимизации состава базальтофибробетона, в частности для выбора длины и объёмного содержания волокон, а также технологии их введения в бетонную смесь.

Ключевые слова: базальтовое волокно, фибробетон, дисперсное армирование, равномерность распределения, прочность при сжатии, коэффициент вариации, технология перемешивания, длина волокна, объёмное содержание волокна, бетонная матрица.

This paper experimentally investigates the distribution characteristics of basalt fibers throughout the concrete matrix and their effect on the compressive strength of fiber-reinforced concrete. The study considered basalt fibers with lengths of 5, 10, 20, 30, 40, and 50 mm and fiber volume fractions ranging from 0.1% to 0.4%. Three technological methods of incorporating fibers into the concrete mixture were investigated: dry mixing, direct incorporation into the prepared concrete mixture, and pre-dispersion in a superplasticizer solution. The uniformity of fiber distribution within the concrete matrix was indirectly evaluated using the coefficient of variation of the compressive strength results. The results showed that the T1 technology provided the highest average compressive strength of 34.46 MPa and the lowest coefficient of variation of 3.26%. The most effective composition was obtained using 20 mm long basalt fibers at a volume fraction of 0.2%, incorporated according to the T1 technology. The average compressive strength of this composition reached 36.67 MPa, which was 24.90% higher than that of the control composition, while the coefficient of variation was 2.95%. The obtained results provide a practical basis for optimizing basalt fiber-

reinforced concrete mixtures, particularly for selecting the fiber length, volume fraction, and technology for incorporating fibers into the concrete mixture.

Key words: *basalt fiber, fiber-reinforced concrete, dispersed reinforcement, uniform distribution, compressive strength, coefficient of variation, mixing technology, fiber length, fiber volume fraction, concrete matrix.*

So‘nggi yillarda qurilish materiallari sohasida beton va temir-beton konstruksiyalarning mustahkamligi, chidamliligi va ekspluatatsion xususiyatlarini oshirish maqsadida dispers armaturalangan fibrobeton materiallaridan foydalanish tobora keng tarqalmoqda. An‘anaviy po‘lat tolalar bilan bir qatorda, so‘nggi o‘n yilliklarda bazalt tolalar o‘zining yuqori kimyoviy va issiqlikka chidamliligi, korroziyaga bardoshliligi hamda ekologik xavfsizligi tufayli fibrobeton texnologiyasida alohida e‘tiborga sazovor bo‘lib bormoqda. Bazalt tolali fibrobetonlarning fizik-mexanik xususiyatlarini o‘rganishga bag‘ishlangan tadqiqotlar jahon ilmiy adabiyotida keng yoritilgan. Xususan, V. Dias va C. Thaumaturgo [1] bazalt tolalarning geopolimer betonlarning egiluvchanlik xususiyatlariga ta‘sirini, B. Kabay [2] bazalt tolali betonning ishqalanish va yeyilishga chidamliligini hamda darz hosil bo‘lishiga qarshiligini, T. Ayub va boshq. [3] bazalt tolalarning yuqori mustahkamlikli betonning mexanik xossalriga ta‘sirini, J. Branston va boshq. [4] esa bazalt tolali beton konstruksiyalarning yong‘inga chidamliligini tadqiq etgan. R. Ralegaonkar va boshq. [6] hamda P. Jiang va boshq. [5] tadqiqotlarida bazalt tolalarning miqdori va uzunligining betonning siqilish va egiluvchanlikdagi mustahkamligiga ta‘siri o‘rganilgan bo‘lib, tola miqdorining ma‘lum optimal chegaradan oshishi bilan mustahkamlikning pasayishi kuzatilgani qayd etilgan.

Shu bilan birga, ko‘plab mavjud tadqiqotlarda asosan tolalarning turi, uzunligi va miqdorining beton mustahkamligiga ta‘siri o‘rganilgan bo‘lib, tolalarning beton matritsasi hajmi bo‘ylab qanchalik bir tekis taqsimlanishini ta‘minlovchi texnologik omillarga, xususan, tolalarni qorishmaga qo‘shish usuli va aralashtirish ketma-ketligiga yetarlicha e‘tibor qaratilmagan. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, tolalarning notekis taqsimlanishi, ya‘ni ularning alohida zonalarda to‘planib qolishi natijasida dispers armaturalashning haqiqiy samaradorligi sezilarli darajada pasayishi, hatto ba‘zi hollarda beton mustahkamligining kamayishiga olib kelishi mumkin [7].

Shu sababli bazalt tolalarning beton matritsasida bir tekis taqsimlanish qonuniyatlarini, unga ta‘sir etuvchi texnologik omillarni hamda ushbu taqsimlanishning betonning siqilishdagi mustahkamlik ko‘rsatkichlariga bog‘liqligini eksperimental asosda aniqlash dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi bazalt tolalarning uzunligi, hajmiy miqdori hamda ularni beton qorishmasiga qo‘shishning uchta texnologik usuli (quruq aralashtirish, tayyor qorishmaga kiritish va superplastifikator eritmasida dispersiyalash) asosida tolalarning beton hajmida bir tekis taqsimlanish darajasini bilvosita statistik ko‘rsatkichlar orqali baholash hamda betonning siqilishdagi mustahkamligini ta‘minlovchi eng maqbul texnologik parametrlarni aniqlashdan iborat.

Tadqiqotlarda bog‘lovchi material sifatida “Namangansement” MCHJ tomonidan ishlab chiqarilgan CEM II/A-K 32,5 N markali portlandsementdan foydalanildi. Mayda to‘ldiruvchi sifatida donadorlik tarkibi 0-5 mm bo‘lgan, yirik to‘ldiruvchi sifatida esa fraksiyasi 5-20 mm bo‘lgan “Uychi Industry” TBZ kareridan olingan qum va chaqirtosh qo‘llanildi. Beton qorishmasining harakatchanligini oshirish, suv-sement nisbatini kamaytirish va tolalarning hajm bo‘ylab bir tekis taqsimlanishini yaxshilash maqsadida polikarboksilat efiri asosidagi MasterGlenium ACE 430 superplastifikatoridan foydalanildi. Dispers armaturalovchi material sifatida O‘zbekiston Respublikasi, Jizzax viloyati joylashgan “Basalt Uzbekistan” kompaniyalar guruhi korxonasida ishlab chiqarilgan bazalt tolalari qo‘llanildi. Tolalarning uzunligi 5, 10, 20, 30, 40 va 50 mm oralig‘ida, beton hajmiga nisbatan miqdori esa 0,1; 0,2; 0,3 va 0,4 % qiymatlarda olindi. Nazorat namunasi sifatida tolasiz (C0) beton tarkibi qabul qilindi. Har bir tarkib va texnologiya bo‘yicha o‘lchamlari 100×100×100 mm bo‘lgan 6 tadan kub namuna tayyorlandi.

Tolalarning beton qorishmasiga qo‘shish texnologiyasining taqsimlanish bir xilligiga ta‘sirini aniqlash maqsadida uchta texnologik usul qo‘llanildi:

T1 - quruq aralashtirish usuli: sement, mayda va yirik to'ldiruvchilar 1 daqiqa quruq aralashtirilib, so'ngra tolalar qo'shib yana 1 daqiqa aralashtirildi, keyin suvda eritilgan superplastifikator qo'shib 2 daqiqa aralashtirildi (umumiy davomiylik 4 daqiqa).

T2 - tayyor qorishmaga tola kiritish usuli: dastlab bir jinsli beton qorishmasi tayyorlanib (3 daqiqa), so'ngra tolalar kichik porsiyalarda bosqichma-bosqich kiritilib, qo'shimcha 1 daqiqa aralashtirildi.

T3 - superplastifikator eritmasida dispersiyalash usuli: tolalar dastlab qorishma suvi va superplastifikator eritmasida 1 daqiqa dispersiyalanib, so'ngra quruq komponentlar aralashmasiga qo'shib 2 daqiqa aralashtirildi.

Barcha texnologik variantlarda tolalarning umumiy miqdori, sement-suv nisbati va superplastifikator miqdori bir xil saqlandi. Tayyorlangan qorishmalar standart metall qoliplarga joylashtirilib, vibratsion stol yordamida zichlashtirildi, 24 soat qoliplarda saqlangandan so'ng 20 ± 2 °C harorat va nisbiy namligi kamida 95 % bo'lgan sharoitda 28 sutka davomida parvarish qilindi.

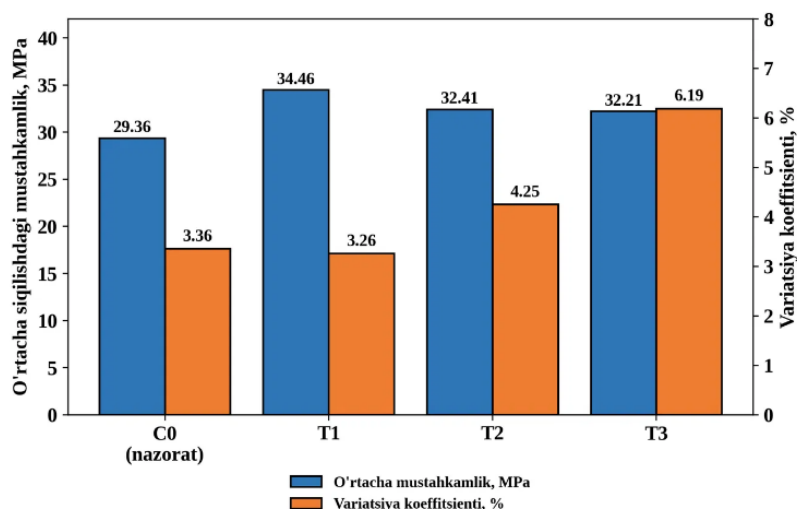
Tolalarning beton hajmi bo'ylab bir tekis taqsimlanganlik darajasini bilvosita baholash uchun har bir tarkib va texnologiya bo'yicha olingan siqilishdagi mustahkamlik natijalari statistik tahlil qilinib, o'rtacha qiymat ($\bar{x}$), standart og'ish (S) va variatsiya koeffitsienti (V, %) hisoblandi. Variatsiya koeffitsientining kichik qiymati tolalarning matritsada bir tekis taqsimlanganligini, katta qiymati esa ularning ayrim zonlarda to'planib qolganligini (notekis taqsimlanishini) bilvosita ko'rsatadi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, bazalt tolalarni beton qorishmasiga qo'shish texnologiyasi betonning siqilishdagi mustahkamligiga hamda natijalarning statistik barqarorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Texnologiyalar bo'yicha umumlashtirilgan statistik ko'rsatkichlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Bazalt tolalarni beton qorishmasida taqsimlash texnologiyalarining umumlashtirilgan statistik ko'rsatkichlari.

Texnologiya	O'rtacha mustahkamlik, MPa	O'rtacha V, %	Nazoratga nisbatan farq, MPa
C0 – nazorat	29,36	3,36	-
T1	34,46	3,26	+5,10
T2	32,41	4,25	+3,05
T3	32,21	6,19	+2,85

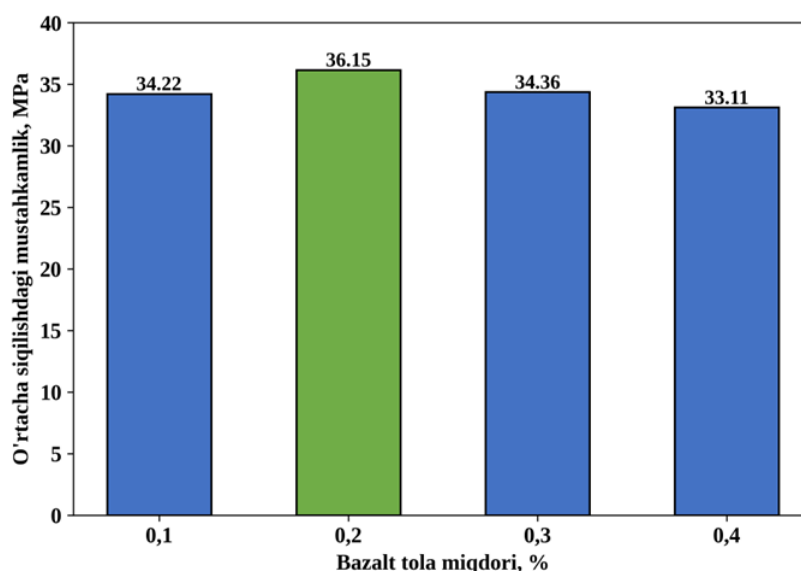


1-rasm. Taqsimlash texnologiyasining beton mustahkamligi va variatsiya koeffitsientiga ta'siri.

1-jadval ma'lumotlari tahliliga ko'ra, T1 texnologiyasi asosida tayyorlangan namunalar eng yuqori o'rtacha siqilish mustahkamligini namoyon etib, ushbu ko'rsatkich 34,46 MPa ni tashkil etdi. Mazkur qiymat T2 va T3 texnologiyalari bo'yicha olingan natijalardan mos ravishda 6,33 % va 6,98 % ga yuqori bo'ldi (1-rasm). Shu bilan birga, T1 texnologiyasida variatsiya koeffitsienti 3,26 % ni tashkil etib, bu nazorat tarkibidagi 3,36 % qiymatdan ham past hamda T2 (4,25 %) va T3 (6,19 %) texnologiyalariga nisbatan sezilarli darajada kichik ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar T1 texnologiyasi bazalt tolalarning beton matritsasi bo'ylab yanada bir tekis taqsimlanishini ta'minlashi, natijada esa fibrobetonning mustahkamlik ko'rsatkichlari va struktura bir jinsliligini yaxshilashga xizmat qilishini ko'rsatadi.

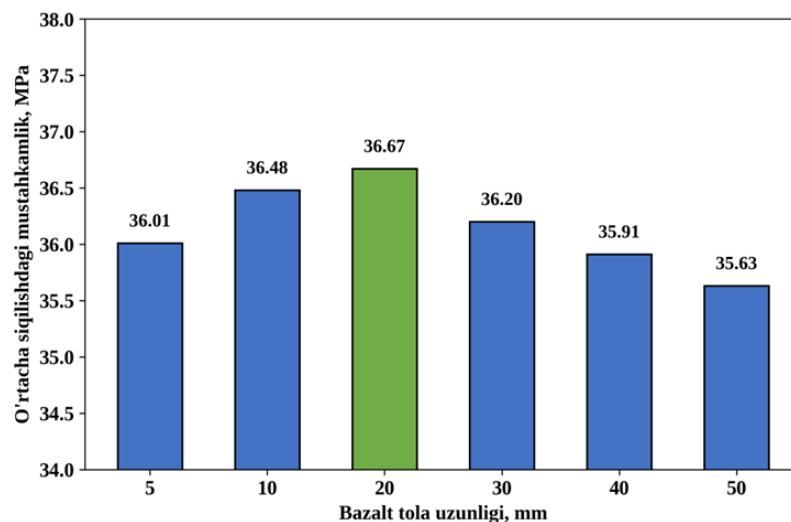
T3 texnologiyasi bo'yicha tayyorlangan tarkiblarda variatsiya koeffitsientining sezilarli darajada ortishi kuzatildi. Jumladan, B10-0,4-T3 tarkibida $V=15,65$ %, B5-0,4-T3 tarkibida $V=13,32$ % hamda B50-0,3-T3 tarkibida $V=12,76$ % ni tashkil etdi. Ushbu holat tolalarni superplastifikator eritmasida dispersiyalash jarayonida, ayniqsa tola miqdori yuqori bo'lgan hollarda (0,4 %), ularning qayta agregatlanishi va klasterlar hosil qilish ehtimolining ortishi bilan izohlanadi. Natijada beton matritsada tolalarning notekis taqsimlanishi kuzatilib, texnologik jarayonning barqarorligi pasayadi hamda namunalar orasidagi mustahkamlik ko'rsatkichlarining tarqoqligi ortadi.

Bazalt tola miqdorining betonning siqilishdagi mustahkamligiga ta'sirini yanada aniqroq baholash maqsadida T1 texnologiyasi asosida tayyorlangan namunalar bo'yicha barcha tola uzunliklari uchun o'rtachalashtirilgan natijalar tahlil qilindi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. T1 texnologiyasida basalt tola miqdorining betonning siqilishdagi mustahkamligiga ta'siri.

2-rasmdan ko'rinadiki, bazalt tola miqdorining 0,1 % dan 0,2 % gacha oshirilishi betonning o'rtacha siqilishdagi mustahkamligini 34,22 MPa dan 36,15 MPa gacha oshirgan. Biroq tola miqdorining 0,2 % dan 0,3 % va 0,4 % gacha ko'paytirilishi mustahkamlikning mos ravishda 34,36 MPa va 33,11 MPa gacha pasayishiga olib kelgan. Shu bilan birga, 0,3 % va 0,4 % miqdordagi bazalt tolalar qo'llanilganda mustahkamlik ko'rsatkichlarida ma'lum darajada pasayish kuzatilgan bo'lsada, ularning qiymatlari nazorat namunasi mustahkamligidan yuqori bo'lib qoldi. Bu esa bazalt tolalarning yuqori miqdorlarida ham betonning mustahkamlik xususiyatlariga ijobiy ta'siri saqlanib qolishini, biroq maksimal samaradorlik 0,2 % miqdorda kuzatilishini ko'rsatadi. Bazalt tola uzunligining betonning siqilishdagi mustahkamligiga ta'sirini baholash maqsadida T1 texnologiyasi va optimal deb topilgan 0,2 % tola miqdori uchun olingan natijalar alohida tahlil qilindi. Mazkur tahlil natijalari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. T1 texnologiyasida (tola miqdori 0.2%) basalt tola uzunligining betonning mustahkamligiga ta'siri.

3-rasm

natijalari bazalt tola uzunligining betonning siqilishdagi mustahkamligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatadi. Tola uzunligi 5 mm dan 20 mm gacha oshirilganda o'rtacha mustahkamlik 36,01 MPa dan 36,67 MPa gacha ortgan. Biroq tola uzunligining 20 mm dan 50 mm gacha yanada oshirilishi mustahkamlikning 35,63 MPa gacha izchil pasayishiga olib kelgan. Ushbu qonuniyat qisqa tolalarning beton matritsasi bo'ylab nisbatan bir tekis taqsimlanishi bilan birga, ularning beton va tola o'rtasida yetarli bog'lanish yuzasini hosil qila olmasligi, aksincha uzun tolalarning aralashtirish jarayonida o'zaro chigallashib, klasterlar hosil qilish ehtimolining ortishi bilan izohlanadi. Natijada beton strukturasi bir jinsliliigi pasayib, mustahkamlik ko'rsatkichlari kamayadi. Olingan natijalar tahlili bazalt tolali fibrobeton uchun eng samarali tarkib 20 mm uzunlikdagi bazalt tola, 0,2 % hajmiy miqdor va T1 texnologiyasi asosida tayyorlangan B20-0,2-T1 namunasi ekanligini ko'rsatdi. Mazkur tarkib eng yuqori siqilishdagi mustahkamlik ko'rsatkichini namoyon etgan bo'lib, uning nazorat betoniga nisbatan afzalliklari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Optimal tarkib va nazorat betonining taqqoslanishi

Ko'rsatkich	C0	B20-0,2-T1	Farq
O'rtacha mustahkamlik, MPa	29,36	36,67	+7,31
Mustahkamlikning nisbiy o'sishi, %	-	24,90	+24,90
Variatsiya koeffitsienti, %	3,36	2,95	-0,41

2-jadval ma'lumotlari tahliliga ko'ra, B20-0,2-T1 tarkibida o'rtacha siqilishdagi mustahkamlik nazorat tarkibiga nisbatan 7,31 MPa ga yoki 24,90 % ga oshgan. Shu bilan birga, variatsiya koeffitsienti 3,36 % dan 2,95 % gacha kamaygan. Mazkur natija optimal tarkibning nafaqat yuqori mustahkamlikni, balki natijalarning yuqori takrorlanuvchanligini ham ta'minlaganini ko'rsatadi. Variatsiya koeffitsientining kamayishi bazalt tolalarning beton matritsasi bo'ylab nisbatan bir tekis taqsimlanganligi va namunalarning strukturaviy bir jinsliliigi yaxshilanganligini ko'rsatadi. Eksperimental tadqiqot natijalari bazalt tolali fibrobetonning samaradorligi faqat tola miqdori va uzunligiga emas, balki tolalarni beton qorishmasiga qo'shish va dispersiyalash texnologiyasiga ham bevosita bog'liqligini ko'rsatdi. Tola miqdori, uzunligi va qo'shish texnologiyasining optimal kombinatsiyasini tanlash orqali fibrobetonning mustahkamligi bilan bir qatorda uning strukturaviy bir jinsliliigi va natijalarning takrorlanuvchanligini ham oshirish mumkin.

XULOSA

O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijasida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

1. Bazalt tolalarni beton qorishmasiga kiritish texnologiyasi betonning siqilishdagi mustahkamligi va tajriba natijalarining statistik barqarorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Tadqiq etilgan texnologiyalar orasida T1, ya'ni quruq aralashtirish usuli, eng yuqori o'rtacha mustahkamlikni 34,46 MPa hamda eng past variatsiya koeffitsientini 3,26 % ta'minladi.

2. Bazalt tola miqdorining 0,1 % dan 0,2 % gacha oshirilishi betonning siqilishdagi mustahkamligini oshirishga olib keldi. Tola miqdorining 0,2 % dan 0,3 % va 0,4 % gacha ko'paytirilishida esa mustahkamlikning ma'lum darajada pasayishi kuzatildi. Biroq ushbu tarkiblarda ham mustahkamlik nazorat betoniga nisbatan yuqori bo'lib qoldi. Shu sababli tadqiq etilgan tarkiblar doirasida 0,2 % bazalt tolasi optimal miqdor sifatida belgilandi.

3. Bazalt tola uzunligining ta'siri bo'yicha eng yuqori o'rtacha mustahkamlik 20 mm uzunlikdagi tolalarda qayd etildi. Tola uzunligining 5 mm dan 20 mm gacha oshirilishi mustahkamlikning ortishiga, 20 mm dan yuqori qiymatlarga oshirilishi esa uning pasayishiga olib keldi. Bu holat tola uzunligi va uning beton matritsasida dispersiyalanishi o'rtasida maqbul nisbat mavjudligini ko'rsatadi.

4. Tadqiqot natijalariga ko'ra, 20 mm uzunlikdagi, 0,2 % hajmiy miqdordagi bazalt tola va T1 texnologiyasi asosida tayyorlangan B20-0,2-T1 tarkibi eng samarali tarkib sifatida aniqlandi. Ushbu tarkibda o'rtacha siqilishdagi mustahkamlik 36,67 MPa ni tashkil etib, nazorat tarkibiga nisbatan 7,31 MPa yoki 24,90 % ga yuqori bo'ldi. Bunda variatsiya koeffitsienti 2,95 % ni tashkil etib, nazorat tarkibidagi 3,36 % qiymatdan ham past bo'ldi.

5. Variatsiya koeffitsienti fibrobeton namunalarining mustahkamlik natijalaridagi tarqoqlikni baholash va shu orqali tolalarning beton matritsasida taqsimlanishining bir xilligini bilvosita baholash uchun informativ statistik mezon sifatida qo'llanishi mumkin.

6. Olingan natijalar bazalt tolali fibrobeton tarkibini loyihalashda, xususan, tolaning optimal miqdori, uzunligi va beton qorishmasiga kiritish texnologiyasini tanlashda muhim amaliy ahamiyatga ega. Kelgusidagi tadqiqotlarda bazalt tolalarning beton matritsasida taqsimlanish xususiyatlarini mikrostruktura darajasida chuqurroq o'rganish, jumladan, mikroskopik tahlil, rentgen-kompyuter tomografiyasi va raqamli tasvirlarni qayta ishlash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bunday tadqiqotlar tolalarning beton hajmi bo'ylab taqsimlanishi va aniqlangan mustahkamlik ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni yanada aniqroq asoslash imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Dias D. P., Thaumaturgo C. Fracture toughness of geopolymeric concretes reinforced with basalt fibers // Cement and concrete composites. – 2005. – T. 27. – №. 1. – C. 49-54.
- [2]. Kabay N. Abrasion resistance and fracture energy of concretes with basalt fiber // Construction and Building Materials. – 2014. – Vol. 50. – P. 95–101.
- [3]. Ayub T., Shafiq N., Nuruddin M.F. Mechanical properties of high-performance concrete reinforced with basalt fibers // Procedia Engineering. – 2014. – Vol. 77. – P. 131–139.
- [4]. Branston J., Das S., Kenno S.Y., Taylor C. Mechanical behaviour of basalt fibre reinforced concrete // Construction and Building Materials. – 2016. – Vol. 124. – P. 878–886.
- [5]. Jiang C., Fan K., Wu F., Chen D. Experimental study on the mechanical properties and microstructure of chopped basalt fibre reinforced concrete // Materials & Design. – 2014. – Vol. 58. – P. 187–193.
- [6]. Ralegaonkar R.V., Gavali H.R., Aswath P., Abolmaali S. Application of chopped basalt fiber in reinforced mortar // Construction and Building Materials. – 2018. – Vol. 176. – P. 619–626.
- [7]. High C., Seliem H.M., El-Safty A., Rizkalla S.H. Use of basalt fibers for concrete structures // Construction and Building Materials. – 2015. – Vol. 96. – P. 37–46.
- [8]. Fantilli A.P., Chiaia B. The work of fracture in basalt fibre reinforced concrete // Cement and Concrete Composites. – 2013. – Vol. 39. – P. 71–78.
- [9]. Rashidov T.R., Nazarov A.A. Mahalliy tolali kompozit materiallar asosida fibrobetonlarning fizik-mexanik xossalarini takomillashtirish // O'zbekiston qurilish jurnali. – 2021. – № 3. – B. 45–52.

KUCH TRANSFORMATORI ELEMENTLARINING TEXNIK HOLATINI BAHOLASHDA O‘RTA DARAJALI INDEKSLARNING NOANIQ ANALITIK IERARXIYA JARAYONI ASOSIDA OG‘IRLIK KOEFFITSIYENTLARINI ANIQLASH

D.T. Yusupov, A.I. Nosirov

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining Energetika Muammolari Instituti

e-mail: dilmurod85@list.ru

ORCID: 0009-0000-6492-3064

e-mail: asrorbeknosirov6210@gmail.com

Annotatsiya: Kuch transformatorlarining texnik holatini baholashda ko‘plab diagnostik parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi va ularning transformator elementlariga ta’sir darajasini hisobga olish muhim ahamiyatga ega. Amaliyotda transformatorning texnik holati elektr, kimyoviy va termik jarayonlarni tavsiflovchi ko‘rsatkichlar asosida baholanadi, biroq ushbu indeksning nisbiy ahamiyatini aniqlash masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan. Mazkur tadqiqotda kuch transformatori elementlarining texnik holatini baholash uchun o‘rta darajali diagnostik indekslar — elektr (I_e), kimyoviy (I_k) va termik (I_t) indekslarning og‘irlik koeffitsiyentlarini aniqlashning noaniq analitik ierarxiya jarayoni (FAHP) asosidagi modeli taklif etilgan. Tadqiqotda Changning extent analysis usuli qo‘llanilib, ekspert baholaridagi noaniqlik (uchburchak noaniq sonlar) yordamida hisobga olingan. Natijada o‘rta darajali indekslarning ustuvorlik darajasi aniqlanib, elektr holat indeksining eng yuqori ta’siriga, termik indeksning esa nisbatan past ta’siriga ega ekanligi asoslandi. Olingan og‘irlik koeffitsiyentlari transformator elementlarining texnik holatini kompleks baholash, integral diagnostik ko‘rsatkichlarni shakllantirish hamda qaror qabul qilish tizimlarini ishlab chiqishda qo‘llanishi mumkin.

Kalit so‘zlar: kuch transformatori, texnik holat, diagnostika, elektr indeks, kimyoviy indeks, termik indeks, FAHP, noaniq analitik ierarxiya jarayoni, og‘irlik koeffitsiyenti, Chang extent analysis.

Nazariy qism

Kuch transformatori elementlarining texnik holatini baholashda elektr, kimyoviy va termik jarayonlarning transformatorning umumiy holatiga ta’siri turlicha bo‘ladi. Shu sababli ushbu indekslarning nisbiy ahamiyatini aniqlash uchun noaniq analitik ierarxiya jarayoni (FAHP) usulidan foydalanildi[1].

Tadqiqotda baholash modeli uch darajali ierarxik tuzilma ko‘rinishida shakllantirildi.

1-daraja – Maqsad

Kuch transformatori elementlarining texnik holatini baholash uchun o‘rta darajali indekslarning og‘irlik koeffitsiyentlarini aniqlash.

2-daraja – Baholash mezonlari

- I_e – elektr holat indeksi;

- I_k – kimyoviy holat indeksi;

- I_t – termik holat indeksi.

Mazkur indekslar transformatorning asosiy elementlari texnik holatini baholashda qo‘llaniladi va keyinchalik integral texnik holat indeksini shakllantirishda foydalaniladi[2-3].

2.2. Noaniq analitik ierarxiya jarayoni

FAHP usuli klassik AHP metodining takomillashtirilgan shakli bo‘lib, ekspert baholaridagi noaniqlikni hisobga olish imkonini beradi.

Tadqiqotda Chang tomonidan taklif etilgan Extent Analysis usuli qo‘llanildi.

Ekspert baholari lingvistik ko‘rinishda berilib, keyinchalik uchburchak noaniq sonlar (Triangular Fuzzy Number – TFN) ga o‘tkazildi.

Uchburchak noaniq son quyidagicha ifodalanadi:

$$\tilde{M} = (l, m, u) \quad (1)$$

bu yerda:

l – quyi chegara; m – eng ehtimolli qiymat; u – yuqori chegara.

2.3. Lingvistik baholash shkalasi

Ekspertlarning juft solishtirish natijalari 1-jadvaldagi lingvistik baholash shkalasi asosida ifodalandi.

1-jadval

Lingvistik baholarni uchburchak noaniq sonlarga o'tkazish

Lingvistik baho	TFN (l, m, u)
Teng muhim	(1,1,1)
Biroz muhimroq	(2,3,4)
Ancha muhim	(4,5,6)
Juda muhim	(6,7,8)
Nihoyatda muhim	(8,9,10)

Teskari qiymatlar quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\tilde{M}^{-1} = \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right) \quad (2)$$

2.4. Fuzzy juft solishtirish matritsasini shakllantirish

Elektr, kimyoviy va termik indekslarning transformator texnik holatiga ta'siri ekspertlar tomonidan juft solishtirish asosida baholandi[4-6].

Natijada quyidagi noaniq juft solishtirish matritsasi hosil qilindi:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (4, 5, 6) & (6, 7, 8) \\ (1/6, 1/5, 1/4) & (1, 1, 1) & (2, 3, 4) \\ (1/8, 1/7, 1/6) & (1/4, 1/3, 1/2) & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Mazkur matritsa elektr indeksning kimyoviy va termik indekslarga nisbatan ustunligini, kimyoviy indeksning esa termik indeksga nisbatan yuqori ahamiyatga egaligini aks ettiradi[7-8].

2.5. Chang Extent Analysis algoritmi

1-bosqich. Satr yig'indilarini hisoblash

Har bir satr uchun fuzzy yig'indi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$R_i = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \quad (4)$$

bu yerda:

$$i = 1, 2, \dots, n, n = 3$$

2-bosqich. Umumiy yig'indini aniqlash

$$R = \sum_{i=1}^n R_i \quad (5)$$

3-bosqich. Umumiy yig'indining teskari qiymatini hisoblash

$$R^{-1} = \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right) \quad (6)$$

4-bosqich. Sintetik extent qiymatlarini aniqlash

Har bir mezon uchun sintetik extent qiymati:

$S_i = R_i \otimes R^{-1}$ bu yerda $\otimes$ – noaniq sonlarni ko'paytirish amali[5-6].

5-bosqich. Ustunlik darajasini aniqlash

Ikki noaniq sonning ustunlik ehtimoli quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$V(S_i \geq S_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \\ 0, & l_j \geq u_i \\ \frac{l_j - u_i}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)}, & \text{aks holda} \end{cases} \quad (7)$$

6-bosqich. Vaznlar vektorini aniqlash

Har bir mezon uchun minimal ustunlik darajasi aniqlanadi:

$$d'(A_i) = \min_{i \neq j} V(S_i \geq S_j)$$

Shunda dastlabki vaznlar vektori:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), d'(A_3))^T \quad (8)$$

ko'rinishida hosil bo'ladi.

7-bosqich. Normalizatsiya

Yakuniy og'irlik koeffitsiyentlari quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$w_i = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \quad (9)$$

Natijada:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

sharti bajariladi.

3. Natijalar va tahlil

Kuch transformatorining texnik holatini baholash jarayoni ko'p sonli, turli fizik tabiatga ega bo'lgan diagnostik parametrlar asosida amalga oshiriladi. Ushbu parametrlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik, ularning ahamiyat darajasi hamda ekspert baholaridagi subyektivlik klassik aniq matematik usullar yordamida to'liq ifodalanmaydi. Shu sababli tadqiqotda noaniq mantiqqa asoslangan Analitik Ierarxiya Jarayoni (Fuzzy Analytic Hierarchy Process — F-AHP) usulidan foydalanish maqsadga muvofiq deb topildi. Mazkur usul ekspert baholaridagi noaniqlikni hisobga olgan holda mezonlarning ustuvorlik darajasini anlash imkonini beradi va baholash natijalarining ishonchliligini oshiradi.

O'rta darajali indekslarini aniqlash uchun moy parametrlarini FAHP (noaniq analitik ierarxiya jarayoni) asosida og'irlik koeffitsiyentlarini xisoblash

a) O'tkazuvchanlik holat indeksiga salbiy ta'sir o'tkazuvchi omillar:

$$I_{el} = c_1 z_{U_{t,k}} + c_2 z_{U_d} + c_3 \tilde{q}_b + c_4 \tilde{q}_{emul}$$

Ustuvorlik tartibi: $z_{U_{t,k}} > z_{U_d} > \tilde{q}_b > \tilde{q}_{emul}$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksiga salbiy ta'sir o'tkazuvchi omillar:

$$I_k = e_1 z_A + e_2 z_O + e_3 z_{t_{exp}}$$

Ustuvorlik tartibi: $z_A > z_O > z_{t_{exp}}$

c) Sovitish va reologik indeksiga salbiy ta'sir o'tkazuvchi omillar:

$$I_t = f_1 z_v + f_2 z_{T_{ch}} + f_3 z_M$$

Ustuvorlik tartibi: $z_{T_{ch}} > z_M > z_v$

1-bosqich. FAHP matritsasi:

a) O'tkazuvchanlik holat indeksi uchun:

$$A_{el} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (1/3, 1/2, 1) & (2,3,4) & (3,4,5) \\ (1,2,3) & (1,1,1) & (3,4,5) & (4,5,6) \\ (1/4, 1/3, 1/2) & (1/5, 1/4, 1/3) & (1,1,1) & (1,2,3) \\ (1/5, 1/4, 1/3) & (1/6, 1/5, 1/4) & (1/3, 1/2, 1) & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) uchun:

$$A_k = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (1,2,3) & (2,3,4) \\ (1/3, 1/2, 1) & (1,1,1) & (1,2,3) \\ (1/4, 1/3, 1/2) & (1/3, 1/2, 1) & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

c) Sovitish va reologik indeksi (I_s) uchun:

$$A_k = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (2,3,4) & (1,2,3) \\ (1/4, 1/3, 1/2) & (1,1,1) & (1/3, 1/2, 1) \\ (1/3, 1/2, 1) & (1,2,3) & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

2-bosqich. Satr yig'indilari:

a) O'tkazuvchanlik holat indeksi uchun:

$$\begin{aligned} R_1 &= (6.33, 8.5, 11) \\ R_2 &= (9, 12, 15) \\ R_3 &= (2.45, 3.58, 4.83) \\ R_4 &= (1.70, 1.95, 2.58) \end{aligned}$$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) uchun:

$$\begin{aligned} R_1 &= (4, 6, 8) \\ R_2 &= (2.33, 3.50, 5.00) \\ R_3 &= (1.58, 1.83, 2.50) \end{aligned}$$

c) Sovitish va reologik indeksi (I_s) uchun:

$$\begin{aligned} R_1 &= (4, 6, 8) \\ R_2 &= (1.58, 1.83, 2.50) \\ R_3 &= (2.33, 3.50, 5.00) \end{aligned}$$

3-bosqich. Umumiy fuzzy yig'indi:

a) O'tkazuvchanlik holat indeksi uchun:

$$R_{el} = (19.48, 26.03, 33.42)$$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) uchun:

$$R_k = (7.92, 11.33, 15.5)$$

c) Sovitish va reologik indeksi (I_s) uchun:

$$R_s = (7.92, 11.33, 15.5)$$

4-bosqich. Teskari TFN:

a) O'tkazuvchanlik holat indeksi uchun:

$$\begin{aligned} R_{el}^{-1} &= \left(\frac{1}{33.42}, \frac{1}{26.03}, \frac{1}{19.48} \right) \\ R_{el}^{-1} &= (0.0299, 0.0384, 0.0513) \end{aligned}$$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) uchun:

$$\begin{aligned} R_k^{-1} &= \left(\frac{1}{15.5}, \frac{1}{11.33}, \frac{1}{7.92} \right) \\ R_k^{-1} &= (0.0645, 0.0882, 0.1263) \end{aligned}$$

c) Sovitish va reologik indeksi (I_s) uchun:

$$\begin{aligned} R_k^{-1} &= \left(\frac{1}{15.5}, \frac{1}{11.33}, \frac{1}{7.92} \right) \\ R_k^{-1} &= (0.0645, 0.0882, 0.1263) \end{aligned}$$

5-bosqich. Sintetik extent qiymatlar:

a) O'tkazuvchanlik holat indeksi uchun:

$$\begin{aligned} S_1 &= (0.19, 0.327, 0.565) \\ S_2 &= (0.269, 0.461, 0.770) \\ S_3 &= (0.073, 0.138, 0.248) \\ S_4 &= (0.051, 0.075, 0.133) \end{aligned}$$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) uchun:

$$\begin{aligned} S_1 &= (0.258, 0.529, 1.011) \\ S_2 &= (0.151, 0.309, 0.632) \\ S_3 &= (0.102, 0.162, 0.316) \end{aligned}$$

c) Sovitish va reologik indeksi (I_s) uchun:

$$\begin{aligned} S_1 &= (0.258, 0.529, 1.011) \\ S_2 &= (0.102, 0.162, 0.316) \\ S_3 &= (0.151, 0.309, 0.632) \end{aligned}$$

6-bosqich. Defuzzifikatsiya (noaniqlikdan aniqlikka o'tkazish):

$$d_i = \frac{l_i + m_i + u_i}{3} \quad (10)$$

a) O'tkazuvchanlik holat indeksi uchun:

$$d_1 = 0.360, d_2 = 0.500, d_3 = 0.153, d_4 = 0.086$$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) uchun:

$$d_1 = 0.599, d_2 = 0.364, d_3 = 0.193$$

c) Sovitish va reologik indeksi (I_s) uchun:

$$d_1 = 0.599, d_2 = 0.193, d_3 = 0.364$$

7-bosqich. Normallashtirish

$$c_i = \frac{d_i}{\sum d_i} \quad (11)$$

a) O'tkazuvchanlik holat indeksi uchun:

$$c_1 = 0.455, c_2 = 0.328, c_3 = 0.139, c_4 = 0.078$$

O'tkazuvchanlik holat indeksini (I_{el}) aniqlash uchun yakuniy ifoda quyidagicha yoziladi:

$$I_{el} = 0.455z_{U_{t,k}} + 0.328z_{U_d} + 0.139\tilde{q}_b + 0.078\tilde{q}_{emul}$$

b) Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) uchun:

$$e_1 = 0.518, e_2 = 0.315, e_3 = 0.167$$

Kimyoviy degredatsiya indeksi (I_k) aniqlash uchun yakuniy ifoda quyidagicha yoziladi:

$$I_k = 0.518z_A + 0.315z_O + 0.167z_{t_{exp}}$$

c) Sovitish va reologik indeksi (I_s) uchun: $f_1 = 0.518, f_2 = 0.167, f_3 = 0.315$

Sovitish va reologik indeksi (I_s) aniqlash uchun yakuniy ifoda quyidagicha yoziladi:

$$I_t = 0.17z_v + 0.52z_{T_{ch}} + 0.31z_M$$

O'rta darajali indekslar uchun yakuniy ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$I_{el} = 0.455z_{U_{t,k}} + 0.328z_{U_d} + 0.139\tilde{q}_b + 0.078\tilde{q}_{emul}$$

$$I_k = 0.52z_A + 0.31z_O + 0.17z_{t_{exp}}$$

$$I_t = 0.17z_v + 0.52z_{T_{ch}} + 0.31z_M$$

FAHP hisoblash natijalari o'rta darajali indeksni shakllantirishda diagnostik parametrlarning ta'sir darajasi sezilarli farqlanishini ko'rsatdi. Har uchala indeks uchun ham eng katta og'irlik degradatsiya jarayonlarini bevosita tavsiflovchi parametrlar hissasiga to'g'ri keldi. O'tkazuvchanlik holat indeksida dielektrik yo'qotish tangensi va teshilish kuchlanishining umumiy ulushi katta ekanini aniqlandi. Bu elektr izolyatsiyasining holati transformator ishonchligini baholashda hal qiluvchi omillardan biri ekanligini ko'rsatadi. Kimyoviy degredatsiya indeksida kislota soni va oksidlanish darajasining ulushi sezilarli darajada yuqori ekanini aniqlandi. Ushbu natija transformator moyining degredatsiya jarayonlari izolyatsiya tizimining uzoq muddatli degradatsiyasini tavsiflashda asosiy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Sovitish-reologik indeksida esa qovushqoqlik va mexanik aralashmalar sezilarli ta'siri aniqlandi. Bu moyning reologik xossalari va ifloslanish darajasi sovitish tizimi samaradorligining asosiy ko'rsatkichlari ekanligini tasdiqlaydi. Shunday qilib, FAHP usuli yordamida aniqlangan og'irlik koeffitsiyentlari diagnostik parametrlarning transformator elementlari texnik holatiga ta'sir darajasini miqdoriy baholash imkonini berdi hamda o'rta darajali indeksni shakllantirish uchun ilmiy asos yaratdi.

XULOSA

Mazkur tadqiqotda kuch transformatori elementlarining texnik holatini baholash uchun o'rta darajali diagnostik indekslar tarkibiga kiruvchi parametrlarning og'irlik koeffitsiyentlari noaniq analitik ierarxiya jarayoni (FAHP) asosida aniqlandi. Changning Extent Analysis algoritmi yordamida o'tkazilgan hisoblashlar natijasida o'tkazuvchanlik holat indeksida dielektrik yo'qotish tangensi (0,455) va teshilish kuchlanishi (0,328), kimyoviy degredatsiya indeksida kislota soni (0,518) va oksidlanish darajasi (0,315), sovitish-reologik indeksida esa qovushqoqlik (0,518) hamda mexanik aralashmalar miqdori (0,315) eng muhim parametrlar sifatida aniqlandi. Olingan natijalar asosida o'tkazuvchanlik, kimyoviy degredatsiya va sovitish-reologik indekslarining matematik modellari ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv diagnostik parametrlarning transformator texnik holatiga ta'sir darajasini obyektiv baholash, ekspert baholaridagi noaniqlikni hisobga olish hamda keyingi bosqichda integral texnik holat indeksini shakllantirish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari transformatorlarning texnik holatini monitoring qilish, diagnostik ekspert tizimlarini yaratish va texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha qaror qabul qilish jarayonlarini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

- [1]. Jahromi A.N., Piercy R., Cress S., Service J., Fan W. An Approach to Power Transformer Asset Management Using Health Index // IEEE Electrical Insulation Magazine. – 2009. – Vol. 25, No. 2. – P. 20–34.
- [2]. IEC 60599:2022. Mineral Oil-Filled Electrical Equipment in Service – Guidance on the Interpretation of Dissolved and Free Gases Analysis. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2022.

- [3]. IEC 60422:2024. Mineral Insulating Oils in Electrical Equipment – Supervision and Maintenance Guidance. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2024.
- [4]. Martin D., Saha T.K. A Review of the Condition Monitoring of Transformer Insulation // IEEE Electrical Insulation Magazine. – 2017. – Vol. 33, No. 3. – P. 8–18.
- [5]. Li Y., Wang Z., Jarman P., Ryder S. Health Index Calculation for Power Transformers Using Fuzzy Comprehensive Evaluation Method // IET Generation, Transmission & Distribution. – 2018. – Vol. 12, No. 19. – P. 4435–4442.
- [6]. CIGRE Working Group A2.49. Condition Assessment of Power Transformers. Technical Brochure No. 761. – Paris: CIGRE, 2019.
- [7]. Singh A., Verma P. Transformer Health Index Assessment Based on Multi-Criteria Decision-Making Methods: A Review // Electric Power Systems Research. – 2021. – Vol. 196. – Article 107220.
- [8]. Mharakurwa E.T., Nyakoe G.N., Wekesa C.W. Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Power Transformer Condition Assessment // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2022. – Vol. 138. – Article 107906.

UO‘K 621.314.2

ТРАНСФОРМАТОР МОЙИНИ ҚИЗДИРИШ ҚУРИЛМАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ОРҚАЛИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ

Д.Т. Юсупов ¹, А.Б. Муминов ¹, Д.Р. Абдурахимов ² Ш.Ш. Ахмаджанова ²

[ORCID: 0009-0005-5074-7887](https://orcid.org/0009-0005-5074-7887)

e-mail: abdulloh0717@gmail.com

¹ Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Энергетика муаммолари институти

² Фарғона давлат техника университети

(Қабул қилинди 20.04.2026 й.)

Аннотация. Мазкур мақолада мойли куч трансформаторларида қўлланиладиган трансформатор мойини тозалаш жараёнида қиздириш қурилмасини такомиллаштириш масаласи тадқиқ этилган. Трансформатор мойи эксплуатация давомида намлик, механик аралашмалар, целлюлоза тодалари, металл заррачалар ва оксидланиш маҳсулотлари таъсирида изоляция ҳамда иссиқлик-физик хоссаларини йўқота боради. Мойни филтрлаш, қуриштириш ва регенерация қилиш жараёнларида уни белгиланган ҳароратгача қиздириш муҳим технологик босқич ҳисобланади. Амалда қўлланиладиган бевосита қиздириш қурилмаларида мой қиздириш элементи билан тўғридан-тўғри контактда бўлгани сабабли локал қизиб кетиш, мой таркибининг бузилиши, куйиш маҳсулотларининг ҳосил бўлиши ва ҳароратнинг нотекис тақсимланиши кузатилиши мумкин. Шу муаммоларни камайтириш мақсадида оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит орқали билвосита қиздиришга асосланган такомиллаштирилган қурилма таҳлил қилинди. Қурилмада мой ҳарорати датчик, контроллер ва клапанлар орқали автоматик назорат қилинади. Тадқиқотда қурилманинг конструктив тузилиши, ишлаш принципи, иссиқлик алмашинув жараёнининг математик модели ва анъанавий қурилмаларга нисбатан афзалликлари асослаб берилган. Таклиф этилаётган ечим трансформатор мойини термик зарарланишсиз, бир текис ва бошқарилувчан ҳолда қиздириш, тозалаш жараёни самарадорлигини ошириш ҳамда мойнинг эксплуатацион хизмат муддатини узайтиришга хизмат қилади.

Калит сўзлар: трансформатор мойи, мойли куч трансформатори, билвосита қиздириш, мойни тозалаш, механик аралашмалар, ҳарорат назорати, контроллер, иссиқлик алмашинуви, тешилиш кучланиши.

Кириш. Электр энергетикаси тизимларида мойли куч трансформаторлари электр энергиясини узатиш ва тақсимлаш жараёнининг асосий элементларидан бири ҳисобланади. Трансформаторнинг ишончли ишлаши кўп жиҳатдан унинг изоляция тизими, совитиш шароити ва трансформатор мойининг техник ҳолатига боғлиқ. Мой бир вақтнинг ўзида икки муҳим вазифани бажаради: ток ўтказувчи қисмларни электр жиҳатдан изоляция қилади ва чулғамлар ҳамда магнит ўтказгичда ҳосил бўладиган иссиқликни ташқи совитиш тизимига узатади.

Эксплуатация давомида трансформатор мойнинг физик-кимёвий хусусиятлари секин-аста ўзгариб боради. Мой таркибида намликнинг ортиши, механик аралашмаларнинг тўпланиши, целлюлоза изоляциясининг эскириши, металл юзаларда коррозия маҳсулотларининг пайдо бўлиши ва термик-оксидланиш жараёнлари унинг изоляцион қобилиятини пасайтиради. Натижада мойнинг тешилиш кучланиши камаяди, қовушқоқлиги ўзгаради, филтрланиш хусусияти ёмонлашади ва трансформаторнинг умумий ишончлилигига салбий таъсир кўрсатади.

Трансформатор мойини тозалаш технологияларида мойни белгиланган ҳароратгача қиздириш муҳим босқич ҳисобланади. Қиздириш натижасида мойнинг қовушқоқлиги камаяди, сувли аралашмалар ва майда механик заррачаларни ажратиш осонлашади, филтрлаш ҳамда регенерация жараёни тезлашади. Бироқ қиздириш жараёни нотўғри ташкил этилса, мойнинг ўзи қўшимча зарарланиши мумкин. Айниқса, мой электр иситгич билан бевосита контактда бўлганда локал юқори ҳарорат ҳосил бўлиб, бу ҳолат мойнинг куйишига, органик бирикмаларнинг парчаланишига ва янги ифлосланиш маҳсулотларининг пайдо бўлишига олиб келади.

Шу сабабли трансформатор мойини тозалаш жараёнида қиздириш қурилмасини такомиллаштириш долзарб илмий-техник масала ҳисобланади. Мазкур тадқиқотнинг мақсади трансформатор мойини оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит орқали билвосита қиздиришга асосланган такомиллаштирилган қурилманинг конструктив тузилиши, ишлаш принципи ва иссиқлик алмашинув жараёнини илмий асосда баҳолашдан иборат.

Материал ва методлар

Тадқиқот объекти сифатида куч трансформаторлари мойини тозалаш ва қайта ишлаш жараёнида қўлланиладиган такомиллаштирилган билвосита қиздириш қурилмаси танланди. Қурилма трансформатор мойини электр иситгич билан тўғридан-тўғри контакт қилдирмасдан, оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит орқали қиздиришга мўлжалланган. Оралиқ муҳит сифатида конструкция талабига қараб сув ёки тоза трансформатор мойи қўлланилиши мумкин. Бунда асосий илмий ғоя ўзгармайди: иссиқлик аввал оралиқ муҳитга, кейин эса иссиқлик ўтказувчи девор орқали тозаланадиган мойга узатилади.

Такомиллаштирилган қурилманинг асосий қисмлари қуйидагилардан иборат: ташқи қиздирувчи идиш, ички мой идиши, оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит, электр қиздириш элементи, ҳарорат датчиги, контроллер, киритиш-чиқариш қувурлари, очиш клапани, ҳавони чиқариш найи, герметик қопқоқ ва таянч оёқлар. Қурилманинг конструктив тузилиши мойни тўлиқ, бир текис ва хавфсиз қиздиришга қаратилган.



1-расм. Иссиқликни назорат қилиш контроллери ва очиш клапани.

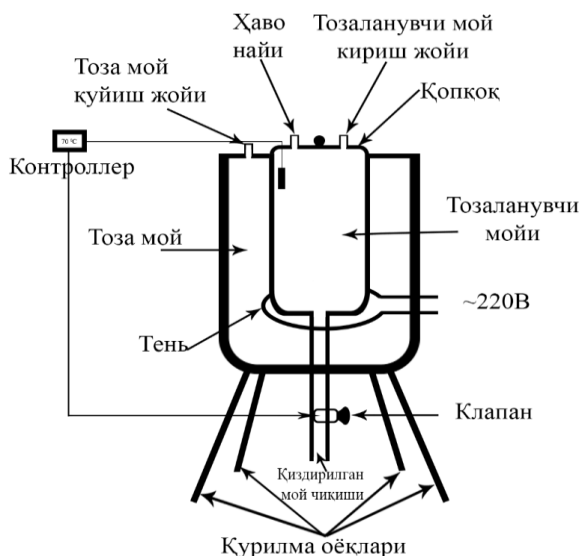
Қурилманинг ишлаш принципи қуйидагича тавсифланади. Дастлаб ташқи идишга белгиланган ҳажмда оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит қуйилади. Ички идишга эса тозалашга тайёрланган трансформатор мойи киритилади. Идишнинг юқори қисми қопқоқ билан герметик беркитилади ва ҳавони чиқариш найи орқали ҳаво пуфакчаларини чиқариш учун шароит яратилади.

Электр қиздириш элементи оралиқ муҳитни қиздиради. Оралиқ муҳитда ҳосил бўлган иссиқлик ички идиш девори орқали трансформатор мойига ўтади. Мой идиши юқори қисмига ўрнатилган ҳарорат датчиги мойнинг реал ҳароратини доимий қайд этади ва сигнални контроллерга узатади. Мой ҳарорати белгиланган оралиққа, масалан, 60–70°C га етганда контроллер электр қиздириш элементи қувватини чеклайди ёки уни вақтинча ўчиради. Шу билан бирга, зарур ҳолатда клапан очилиб, қиздирилган мой тозалаш агрегатига йўналтирилади.



2-расм. Мой қиздириш қурилмасининг ясалиш ва ўрнатилиш жараёнлари.

Анъанавий бевосита қиздириш қурилмаларида трансформатор мойи электр қиздириш элементи ёрдамида тўғридан-тўғри қиздирилади. Бундай усул конструктив жиҳатдан содда бўлса-да, мойнинг айрим қисми қиздириш элементи юзаси атрофида юқори ҳарорат таъсирига тушади. Натижада локал қизиб кетиш, мой таркибининг бузилиши ва куйиш маҳсулотларининг ҳосил бўлиш хавфи ортади.



3-расм. Қиздириш қурилмасининг умумий тузилиши.

асосланган соддалаштирилган математик модель тузилди. Мойни бошланғич ҳароратдан белгиланган ҳароратгача қиздириш учун талаб этиладиган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_m = \rho_m V_m c_m (T_b - T_0) \quad (1)$$

бу ерда Q_m — мойни қиздириш учун зарур иссиқлик миқдори, Ж; ρ_m — трансформатор мойининг зичлиги, кг/м³; V_m — қиздириладиган мой ҳажми, м³; c_m — мойнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·°С); T_0 — мойнинг бошланғич ҳарорати, °С; T_b — белгиланган қиздириш ҳарорати, °С.

Қиздириш жараёни тугагач, ички идишда тўпланган механик аралашмалар, шлам ва намлик билан бойиган қатламлар алоҳида ажратиб олинади. Бу ҳолат қурилманинг фақат қиздириш воситаси эмас, балки мой таркибидаги оғир ва чўқувчан аралашмаларни камайтиришга хизмат қилувчи конструктив ечим эканини кўрсатади.

Қурилмада мой тўғридан-тўғри эмас, балки оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит орқали қиздирилгани учун мой ҳароратининг вақт бўйича ўзгариши қуйидаги иссиқлик баланси билан ифодаланади:

$$\rho_m V_m c_m \frac{dT_m}{dt} = KA(T_h - T_m) - q_y \quad (2)$$

бу ерда T_m — трансформатор мойининг жорий ҳарорати, °C; T_h — оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит ҳарорати, °C; K — умумий иссиқлик узатиш коэффициент, Вт/(м²·°C); A — иссиқлик алмашинувчи юза майдони, м²; q_y — ташқи муҳитга йўқотиладиган иссиқлик қуввати, Вт.

Агар ташқи муҳитга йўқотиладиган иссиқлик нисбатан кичик деб қабул қилинса, мой ҳароратининг вақт бўйича ўсиши қуйидагича ёзилади:

$$T_m(t) = T_h - (T_h - T_0)e^{-t/\tau} \quad (3)$$

бу ерда қурилманинг иссиқлик инерциясини ифодаловчи вақт доимийси:

$$\tau = \frac{\rho_m V_m c_m}{KA} \quad (4)$$

Берилган ҳароратга етиш учун зарур қиздириш вақти қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$t = -\tau \ln \left(\frac{T_h - T_b}{T_h - T_0} \right) \quad (5)$$

Электр қиздириш элементининг зарур қуввати эса қуйидагича баҳоланади:

$$P_{el} = \frac{Q_m}{\eta t} \quad (6)$$

бу ерда P_{el} — қиздириш элементининг электр қуввати, Вт; η — қиздириш қурилмасининг иссиқлик самарадорлиги; t — қиздириш давомийлиги, с.

Мойни тозалаш жараёнида қиздириш самарадорлиги механик аралашмалар ёки намлик концентрациясининг камайиши билан ҳам баҳоланиши мумкин:

$$E_t = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \cdot 100\% \quad (7)$$

бу ерда E_t — тозалаш самарадорлиги, %; C_0 — қиздириш ва тозалашдан олдинги ифлосланиш концентрацияси; C_1 — қиздириш ва тозалашдан кейинги ифлосланиш концентрацияси.

Натижалар

Такмиллаштирилган билвосита қиздириш қурилмаси анъанавий бевосита қиздириш усулига нисбатан бир қатор муҳим афзалликларга эга экани аниқланди. Асосий натижа шундан иборатки, трансформатор мойи қиздириш элементи билан тўғридан-тўғри контакт қилмайди. Бу мойнинг локал қуйиш хавфини камайтиради ва мой таркибида қўшимча термик парчаланиш маҳсулотлари пайдо бўлишининг олдини олади.

Оралиқ иссиқлик ташувчи муҳитдан фойдаланиш мой ҳажми бўйлаб ҳароратнинг нисбатан бир текис тақсимланишига ёрдам беради. Натижада мойнинг айрим нуқталарида ортиқча қизиш, бошқа нуқталарида эса етарли қизимаслик ҳолатлари камаяди. Ҳарорат датчиги ва контроллер ёрдамида қиздириш жараёни автоматик назорат қилинади. Белгиланган 60–70°C оралиғида мой ҳароратининг стабиллаштирилиши филтрлаш ва тозалаш жараёни учун қулай режим яратади.

Қиздириш жараёнида мойнинг қовушқоқлиги пасайгани учун механик аралашмалар, сувли заррачалар ва шламни ажратиш самарадорлиги ортади. Бу эса трансформатор мойининг тешилиш кучланиши ва умумий изоляцион хусусиятларини тиклашга ижобий таъсир кўрсатади. Қиздириш жараёни тугагандан кейин ички идишда тўпланган механик

аралашмалар ва шламларни алоҳида ажратиб олиш имконияти мавжудлиги қурилманинг амалий аҳамиятини янада оширади.

1-жадвалда анъанавий ва такомиллаштирилган қурилмаларнинг асосий фарқлари келтирилган.

1-жадвал

Анъанавий ва такомиллаштирилган қурилмаларнинг асосий фарқлари

Кўрсаткич	Бевосита қиздириш қурилмаси	Такомиллаштирилган билвосита қиздириш қурилмаси
Қиздириш усули	Электр иситгич мой билан бевосита контактда бўлади	Мой оралик иссиқлик ташувчи муҳит орқали қиздирилади
Мойнинг куйиш хавфи	Нисбатан юқори	Паст
Ҳарорат тақсимланиши	Нотекис бўлиши мумкин	Нисбатан бир текис
Мой таркибига таъсири	Термик парчаланиш маҳсулотлари ҳосил бўлиши мумкин	Салбий таъсир камаяди
Ҳарорат назорати	Қўлда ёки чекланган автоматлаштиришда	Датчик ва контроллер орқали автоматик назорат қилинади
Филтрлашга таъсири	Қовушқоқлик камайиши нотекис бўлиши мумкин	Барқарор ҳарорат режими яратилади
Аралашмаларни ажратиш	Қийин	Идишда қолган шлам ва аралашмаларни алоҳида тозалаш мумкин
Амалий хавфсизлик	Нисбатан паст	Юқори

2-жадвалда такомиллаштирилган қурилманинг асосий элементлари ва уларнинг вазифалари умумлаштирилган.

2-жадвал

Такомиллаштирилган қурилманинг асосий элементлари ва уларнинг вазифалари

Қурилма элементи	Асосий вазифаси	Технологик аҳамияти
Ташқи қиздирувчи идиш	Оралик муҳитни жойлаштириш	Иссиқликни барқарор йиғиш ва узатиш
Ички мой идиши	Тозаланадиган мойни жойлаштириш	Мойни бевосита ТЭНдан ҳимоя қилиш
Электр иситгич	Оралик муҳитни қиздириш	Зарур иссиқлик қувватини таъминлаш
Ҳарорат датчиги	Мой ҳароратини ўлчаш	Ортиқча қизишнинг олдини олиш
Контроллер	Қиздириш ва клапан ҳолатини бошқариш	Автоматик ва барқарор режим яратиш
Клапан	Қиздирилган мойни чиқариш	Мойни тозалаш агрегатига узатиш
Ҳаво найи	Идишдаги ҳавони чиқариш	Дегазация ва хавфсизлик шароитини яхшилаш

Муҳокама

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, трансформатор мойини тозалашда қиздириш жараёни фақат ёрдамчи операция эмас, балки бутун технологик жараён самарадорлигини белгиловчи муҳим босқичдир. Агар мой белгиланган ҳароратгача бир текис қиздирилмаса, унинг қовушқоқлиги етарли даражада камаймайди, сувли аралашмалар ва механик заррачалар тўлиқ ажралмайди. Аксинча, мой ҳаддан ташқари қиздирилса, унинг таркибида термик парчаланиш жараёнлари кучайиши мумкин.

Бевосита қиздириш қурилмаларида асосий муаммо шундаки, иссиқлик манбаи мой билан тўғридан-тўғри контактда бўлади. Электр иситгич юзаси атрофидаги ҳарорат умумий мой ҳароратидан юқори бўлиши мумкин. Бу ҳолат айниқса мой оқими секин бўлган, қовушқоқлик юқори бўлган ёки мой ифлосланган ҳолатларда хавфли ҳисобланади. Чунки механик аралашмалар ва шлам қиздириш элементи юзасига ёпишиб, локал қизиб кетишни кучайтириши мумкин.

Такомиллаштирилган қурилмада эса иссиқлик мойга девор орқали узатилади. Бу иссиқлик оқимини юмшатади, ҳарорат градиентини камайтиради ва мойнинг қиздириш элементи билан тўғридан-тўғри контакт қилишини бартараф этади. Натижада трансформатор мойи учун хавфсизроқ қиздириш режими ҳосил бўлади.

Математик моделдан кўриниб турибдики, қиздириш жараёнининг асосий параметрлари мой ҳажми, иссиқлик алмашинувчи юза майдони, умумий иссиқлик узатиш коэффициенти ва оралиқ муҳит ҳароратига боғлиқ. Шунинг учун қурилмани лойиҳалашда ички идиш деворининг иссиқлик ўтказувчанлиги, идишлар орасидаги масофа, оралиқ муҳит ҳажми ва контроллернинг ишлаш алгоритми тўғри танланиши зарур.

60–70°C ҳарорат оралиғи амалий жиҳатдан мақбул режим сифатида қаралиши мумкин. Бу оралиқда мойнинг қовушқоқлиги пасаяди, филтрлаш жараёни енгиллашади, бироқ мойнинг термик зарарланиш хавфи кескин ошмайди. Ҳарорат датчиги ва контроллердан фойдаланиш ушбу режимни барқарор сақлаш имконини беради.

Таклиф этилаётган қурилманинг яна бир муҳим жиҳати — қиздириш ва тозалаш жараёни тугагандан сўнг ички идишда қолган шлам, намлик билан бойиган қатламлар ва механик аралашмаларни алоҳида ажратиш имкониятидир. Бу қурилманинг фақат қиздириш эмас, балки ифлосланишни камайтиришга хизмат қилувчи комплекс конструктив ечим эканини кўрсатади.

Хулоса. Мазкур мақолада трансформатор мойини тозалаш жараёнида қўлланиладиган қиздириш қурилмасини такомиллаштириш масаласи илмий-техник жиҳатдан таҳлил қилинди. Тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулосаларга келинди.

Биринчидан, трансформатор мойини тозалашда қиздириш жараёни мойнинг қовушқоқлигини камайтириш, намлик ва механик аралашмаларни ажратиш ҳамда филтрлаш самарадорлигини ошириш учун муҳим ҳисобланади.

Иккинчидан, анъанавий бевосита қиздириш қурилмаларида мойнинг қиздириш элементи билан тўғридан-тўғри контактда бўлиши локал қизиб кетиш, мой таркибининг бузилиши ва қуйиш маҳсулотларининг пайдо бўлишига олиб келиши мумкин.

Учинчидан, оралиқ иссиқлик ташувчи муҳит орқали билвосита қиздиришга асосланган такомиллаштирилган қурилма мойни хавфсиз, бир текис ва бошқарилувчан ҳолда қиздириш имконини беради.

Тўртинчидан, қурилмада ҳарорат датчиги, контроллер ва клапанлардан фойдаланиш мой ҳароратини белгиланган 60–70°C оралиғида ушлаб туриш, қиздирилган мойни тозалаш агрегатига автоматик йўналтириш ва ортикча қизишнинг олдини олиш имконини беради.

Бешинчидан, таклиф этилган математик модель қиздириш учун зарур иссиқлик миқдори, вақт доимийси, қиздириш давомийлиги ва қурилма қувватини аниқлашга хизмат қилади.

Олтинчидан, такомиллаштирилган қурилма трансформатор мойини термик зарарланишсиз қиздириш, тозалаш самарадорлигини ошириш, механик аралашмаларни камайтириш ва мойнинг эксплуатацион хизмат муддатини узайтиришда амалий аҳамиятга эга.

Келгусида ушбу қурилманинг тажриба намунасида мойнинг тешилиш кучланиши, намлик миқдори, механик аралашмалар концентрацияси, $tg\delta$ кўрсаткичи ва қовушқоқлик ўзгаришини қиздиришдан олдин ва кейин солиштириб ўрганиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Адабиётлар

- [1]. РД 34.43.105-89. Методические указания по эксплуатации трансформаторных масел. Москва, 1989.
- [2]. Yusupov D.T., Muminov A.B., Nosirov A.I., Berdiev U.T., Kutbidinov, O.M. Development of an algorithm of processes for cleaning power transformer oil in a circulatory way // ICTEA: International Conference on Thermal Engineering. – 2024. – Т. 1. – №1.
- [3]. Yusupov D.T., Muminov A.B., Sa'dullayev A.B., Norboev A.E., Babaev O.E. Analysis of drying methods of oil-oiled power transformers // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 524. – С. 01017.
- [4]. Синицын А.В. Контроль технического состояния маслонаполненного оборудования // Электротехника. – 2011. – № 12. – С. 40–45.
- [5]. Громов П.А. Повышение срока службы трансформаторов методом глубокой очистки масла // Электротехника. – 2016. – № 5. – С. 14–19.
- [6]. Киселёв А.П., Руденко В.М. Повышение эксплуатационной надёжности силовых трансформаторов // Электрические станции. – 2019. – № 9. – С. 33–38.
- [7]. Баранов М.А. Диэлектрическая прочность трансформаторного масла после регенерации // Высоковольтная техника. – 2015. – № 8. – С. 12–17.
- [8]. Павленко С.В. Оценка технического состояния силовых трансформаторов методом анализа растворённых газов // Электротехника. – 2018. – № 11. – С. 17–23.

FARG‘ONA SHAHRI UCHUN YASSI QUYOSH KOLLEKTORINING OPTIMAL QIYALIGINI ANIQLASH

T. Dadajanov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
dadalanovtulan@gmail.com
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada Farg‘ona shahri iqlim sharoitlari uchun yassi quyosh kollektorining optimal qiyalik burchagini aniqlash masalasi ko‘rib chiqiladi. Quyosh kollektorining qiyalik burchagi quyosh energiyasini qabul qilish samaradorligiga bevosita ta‘sir qiladi. Tadqiqotda Farg‘ona shahrining geografik koordinatalari va quyosh radiatsiyasi ma‘lumotlari asosida kollektorning yil davomida maksimal energiya qabul qilishi uchun tavsiya etiladigan qiyalik burchaklari hisoblandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, Farg‘ona sharoitida yillik foydalanish uchun kollektorning optimal qiyaligi taxminan 40–42° ni tashkil etadi.

Kalit so‘zlar: quyosh energiyasi, yassi quyosh kollektori, qiyalik burchagi, quyosh radiatsiyasi, energiya samaradorligi.

Kirish

Dunyo miqyosida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda. Ayniqsa, quyosh energiyasi ekologik tozaligi va cheksizligi sababli muhim energiya manbai hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasi yiliga 280–300 quyoshli kunlarga ega bo‘lib, quyosh energiyasidan samarali foydalanish uchun katta imkoniyatlarga ega.

Yassi quyosh kollektorlarining samaradorligi ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ulardan biri kollektorning gorizontal tekislikka nisbatan qiyalik burchagidir. Qiyalik noto‘g‘ri tanlangan taqdirda quyosh nurlarining kollektor yuzasiga tushish burchagi ortadi va energiya yo‘qotishlari yuzaga keladi.

Maqsad: mazkur ishning maqsadi Farg‘ona shahri uchun yassi quyosh kollektorining optimal qiyalik burchagini aniqlashdan iborat.

Nazariy asoslar

Quyosh kollektoriga tushuvchi radiatsiya miqdori quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$I_t = I_b \cos \theta$$

bu yerda:

- I_t – kollektor yuzasiga tushuvchi radiatsiya;

- I_b – quyosh nurlarining intensivligi;
- θ – quyosh nurlari bilan kollektor normal chizig‘i orasidagi burchak.

Quyosh energiyasidan maksimal foydalanish uchun θ burchak minimal bo‘lishi kerak.

Quyosh deklinatsiyasi — bu Quyosh markazidan Yer markaziga yo‘nalgan chiziq bilan Yer ekvatori tekisligi orasidagi burchakdir. Quyosh deklinatsiyasi yil davomida o‘zgaruvchi burchak bo‘lib, quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\delta = 23.45 \sin \left(\frac{360(284 + n)}{365} \right)$$

bu yerda:

- δ — quyosh deklinatsiyasi ($^{\circ}$);
- n — yil kunining tartib raqami.

Hudud quyidagi xususiyatlarga ega:

- Yiliga 2800–3000 soat quyosh nurlanishi;
- Yillik o‘rtacha global radiatsiya 1500–1700 kVt·soat/m²;
- Kontinental iqlim.

Optimal qiyalikni hisoblash

Tush vaqtida quyosh nurlari kollektor sirtiga tik tushishi uchun optimal qiyalik burchagi quyidagicha aniqlanadi:

$$\beta_{opt} = \varphi - \delta$$

Farg‘ona shahri uchun:

$$\beta_{opt} = 40.4 - \delta$$

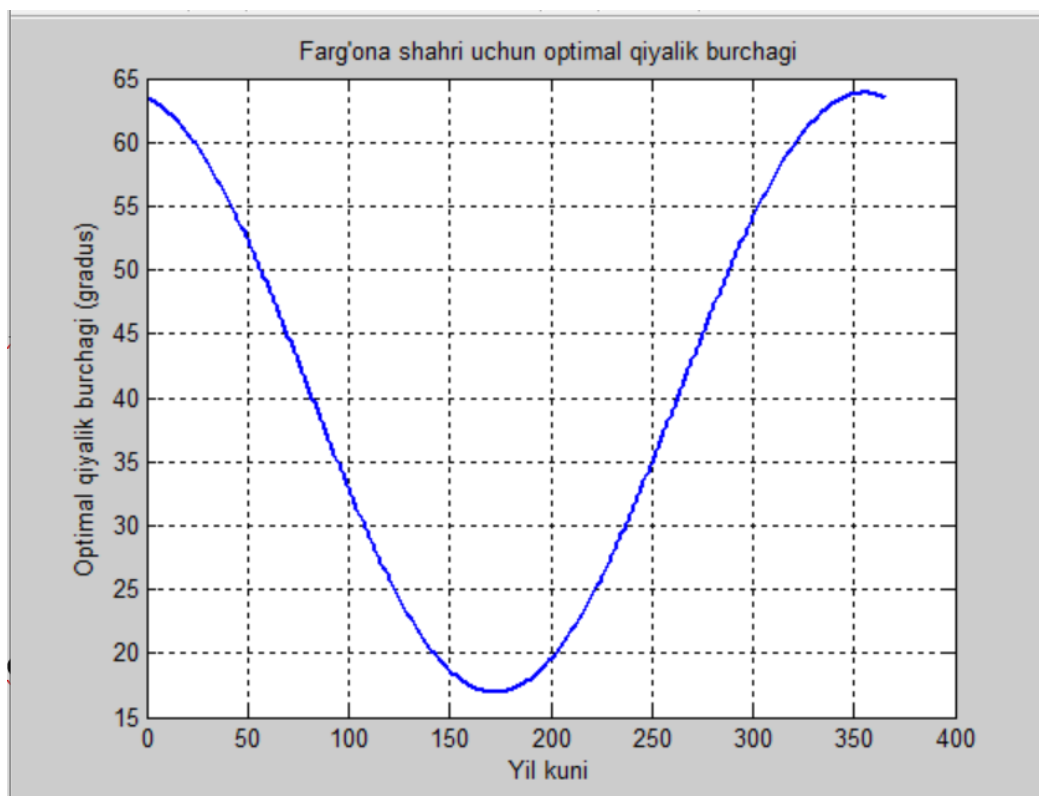
Bu tenglama yilning istalgan kuni uchun optimal qiyalikni hisoblash imkonini beradi.

MATLAB dasturida hisoblash

Hisoblash quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. Yil kunlari massivini yaratish.
2. Har bir kun uchun deklinatsiyani hisoblash.
3. Optimal qiyalik burchagini aniqlash.
4. Natijalarni grafik ko‘rinishda tasvirlash.

```
clc
clear
close all
% Farg'ona shahri kengligi
phi = 40.4;
% Yil kunlari
n = 1:365;
% Quyosh deklinatsiyasi
delta = 23.45 .* sind((360*(284+n))/365);
% Optimal qiyalik burchagi
beta = phi - delta;
% Grafik
figure
plot(n,beta,'LineWidth',2)
grid on
xlabel('Yil kuni')
ylabel('Optimal qiyalik burchagi (gradus)')
title('Farg"ona shahri uchun optimal qiyalik burchagi')
```



1-rasm. Optimal qiyalik burchagi va yil kunlari orasidagi bog'lanish.

Natijalar tahlili

MATLAB dasturi yordamida yilning barcha kunlari uchun optimal qiyalik burchagi hisoblandi. Hisoblashlardan quyidagi natijalar olindi:

Yoz (22 iyun) uchun

$$\delta = +23.45^\circ$$

$$\beta = 40.4 - 23.45 \quad \beta = 16.95^\circ$$

$$\beta = 16.95^\circ$$

Kuzgi va bahorgi tengkunlik uchun

$$\delta = 0^\circ$$

$$\beta = 40.4^\circ$$

Qish (22 dekabr) uchun

$$\delta = -23.45^\circ$$

$$\beta = 63.85^\circ$$

Quyidagi kod yordamida ayrim kunlar uchun natijalarni jadval shaklida olish mumkin:

```
Kun = [80 172 266 355];
```

```
Deklinatsiya = ...
```

```
23.45 .* sind((360*(284+Kun))/365);
```

```
Optimal_qiyalik = ...
```

```
40.4 - Deklinatsiya;
```

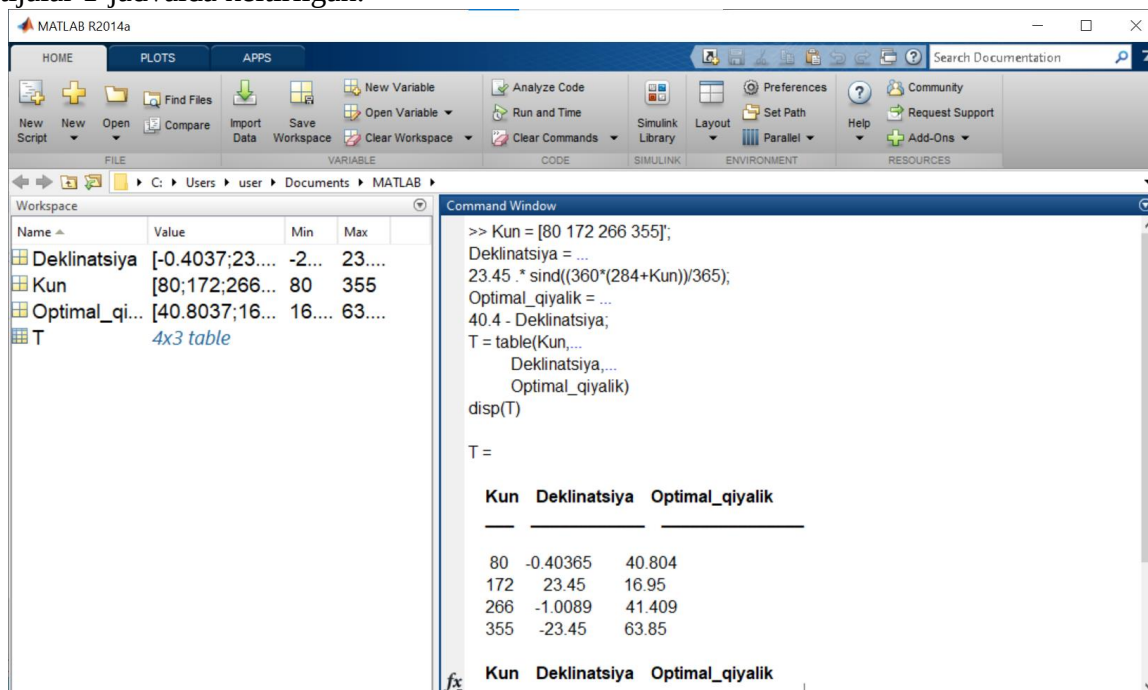
```
T = table(Kun,...
```

```
    Deklinatsiya,...
```

```
    Optimal_qiyalik)
```

```
disp(T)
```

Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.



2-rasm. MATLAB dasturida yilning ayrim kunlari uchun deklinatsiya va optimal qiyalikni hisoblash.

1-jadval

Kun	Deklinatsiya (°)	Optimal qiyalik (°)
80 (22-mart)	0.0	40.4
172 (21-iyun)	23.45	16.95
266 (7-sentyabr)	0.0	40.4
355 (9-dekabr)	-23.45	63.85

Hosil qilingan grafikda optimal qiyalik burchagi va yil kunlari orasidagi bog'lanish sinusoidal xarakterga ega.

- Yoz oylarida optimal qiyalik kamayadi.
- Qish oylarida optimal qiyalik ortadi.
- Bahor va kuz fasllarida qiyalik geografik kenglik qiymatiga yaqinlashadi.

Grafikdan ko'rinadiki optimal qiyalik quyidagi oraliqda bo'ladi :

$$16.95^{\circ} \leq \beta_{opt} \leq 63.85^{\circ}$$

Amaliy tavsiyalar

Agar kollektor yozda ishlatilsa

$$\beta \approx 20^{\circ}$$

Qishda ishlatilsa

$$\beta \approx 60^{\circ}$$

Yil davomida ishlatilsa

$$\beta \approx 40^{\circ}$$

qiymatlar tavsiya etiladi.

Kollektor qiyaligini mavsumiy ravishda o'zgartirish 10–15 % gacha qo'shimcha energiya olish imkonini beradi.

Xulosa

Maqolada Farg'ona shahri uchun yassi quyosh kollektorining optimal qiyalik burchagi aniqlandi. MATLAB dasturi yordamida yilning 365 kuni uchun optimal qiyalik burchagi hisoblandi va grafik ko'rinishda tasvirlandi. Hisoblash natijalariga ko'ra optimal qiyalik burchagi yil davomida

16.95° dan 63.85° gacha oʻzgaradi. Olingan natijalar quyosh suv isitish tizimlari va yassi quyosh kollektorlarini loyihalashda qoʻllanilishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебно методическое пособие / А.А. Горяев, С.В. Петухов, Н.Б. Баланцева, С.В. Бутаков. – Архангельск: САФУ им. М.В. Ломоносова, 2015. 100 с.
- [2]. Экспериментальные исследования характеристик солнечных фотоэлектрических элементов: учебно-методическое пособие / Р.Л. Барашкин, В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалеева. – М.: Изд. центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2022. – 78 с.
- [3]. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии в промышленной теплоэнергетике. В 2 ч.: учебное пособие / В. Г. Злобин, А. А. Верхованцев. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2024. — Ч. 1. 135 с.
- [4]. Т. Дадажонов. MATLAB асослари. Ўқув қўлланма. Фарғона Техника, 2007, 600 бет.

UOʻK 621.314.2

**МОЙЛИ КУЧ ТРАНСФОРМАТОРЛАРИ АСОСИЙ ВА ҚЎШИМЧА
ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ҲАР БИРИДА МАВЖУД МЕХАНИК АРАЛАШМАЛАР
МИҚДОРИНИ АНИҚЛАШНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ**

Д.Т. Юсупов ¹, А.Б. Муминов ¹, И.К. Исмоилов ², О.М. Қутбиддинов ³, М.Ш.
Мухаммаджонов ¹, Ш.Ш. Ахмаджанова ²

ORCID: 0009-0005-5074-7887, e-mail: abdulloh0717@gmail.com

¹ Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Энергетика муаммолари институти

² Фарғона давлат техника университети

³ Тошкент давлат транспорт университети
(Қабул қилинди 20.04.2026 й.)

Аннотация. Мазкур мақолада мойли куч трансформаторларининг асосий ва қўшимча элементларида мавжуд механик аралашмалар миқдорини аниқлашга қаратилган математик модель ишлаб чиқиш масаласи кўриб чиқилган. Трансформатор мойи эксплуатация жараёнида изоляция ва совитиш муҳити сифатида хизмат қилиши билан бирга, унинг таркибида целлюлоза толалари, металл микррозаррачалар, коррозия маҳсулотлари, шлам ва бошқа механик аралашмалар ҳосил бўлади. Ушбу аралашмалар мой ҳажмида бир текис тақсимланмаслиги сабабли, уларни фақат умумий намуна асосида баҳолаш трансформаторнинг ҳақиқий ички ҳолатини тўлиқ акс эттирмайди. Тадқиқотда трансформатор баки, чулгамлар, магнит ўтказгич, радиаторлар, кенгайтиргич бак, мой қувурлари ва фильтр элементлари алоҳида ҳисоблаш соҳалари сифатида қаралиб, ҳар бир элемент учун механик аралашмаларнинг ҳосил бўлиши, мой оқими билан ҳаракатланиши, чўкиши ва қайта кўтарилиши масса баланси асосида ифодаланган. Таклиф этилган модель механик аралашмаларнинг локал тўпланиш зоналарини аниқлаш, мойни тозалаш самарадорлигини баҳолаш ва трансформаторнинг техник ҳолатини чуқурроқ диагностик таҳлил қилиш имконини беради.

Калим сўзлар: мойли куч трансформатори, трансформатор мойи, механик аралашмалар, математик модель, масса баланси, чўкинди, диагностика, изоляция ҳолати.

Кириш. Электр энергетика тизимларида мойли куч трансформаторлари электр энергиясини узатиш, тақсимлаш ва истеъмолчиларга белгиланган кучланиш даражасида етказиб бериш жараёнининг асосий техник бўғинларидан бири ҳисобланади. Трансформаторларнинг узлуксиз ва ишончли ишлаши электр таъминоти барқарорлиги, sanoat корхоналари технологик жараёнларининг тўхтовсизлиги, коммунал хўжалик объектлари ҳамда ижтимоий инфратузилмаларнинг нормал фаолияти учун муҳим аҳамиятга эга. Шу сабабли трансформаторларнинг техник ҳолатини баҳолаш, уларда содир бўладиган ички физик-кимёвий жараёнларни ўрганиш ва эксплуатация давомида юзага келадиган нуқсонларни эрта аниқлаш энергетика соҳасидаги долзарб илмий-амалий масалалардан бири ҳисобланади.

Мойли куч трансформаторларида изоляция ва совитиш тизими ўзаро чамбарчас боғланган ҳолда ишлайди. Трансформатор мойи бир вақтнинг ўзида бир нечта муҳим вазифани бажаради: чулғамлар ва магнит ўтказгич орасида электр изоляция муҳитини ҳосил қилади, актив қисмларда юзага келадиган иссиқликни совитиш тизимига узатади, ички элементларни оксидланиш ва қисман коррозиядан ҳимоя қилади ҳамда трансформаторнинг умумий техник ҳолатини баҳолашда диагностик муҳит вазифасини ўтайди [2, 7].

Эксплуатация жараёнида трансформатор мойи идеал тоза муҳит сифатида сақланиб қолмайди. Ҳароратнинг ўзгариши, электр майдони таъсири, кислород ва намлик билан ўзаро таъсир, қаттиқ изоляция материалларининг эскириши, металл юзаларнинг микрозаррачаши, вибрация, гидродинамик оқимлар ва таъмирлаш-монтаж ишлари натижасида мой таркибида турли хил механик аралашмалар пайдо бўлади. Бундай аралашмаларга целлюлоза толалари, металл микрозаррачалар, лак ва изоляция материаллари қолдиқлари, коррозия маҳсулотлари, шлам, чанг, майда қаттиқ заррачалар ҳамда мойнинг оксидланиши натижасида ҳосил бўладиган чўкинди моддалар киради [3–6, 9].

Механик аралашмаларнинг трансформатор мойида мавжуд бўлиши бир қарашда оддий ифлосланиш сифатида баҳоланиши мумкин. Бироқ уларнинг таъсири анча мураккаб ва кўп омилли характерга эга. Майда қаттиқ заррачалар мойнинг электр мустаҳкамлигини пасайтириши, изоляция оралиқларида қисман разрядлар пайдо бўлишига шароит яратади. Шу билан бирга, механик аралашмалар мойнинг иссиқлик ўтказиш хусусиятларига ҳам таъсир кўрсатади. Айниқса, радиаторлар, мой қувурлари ва бак тубида чўкинди тўпланиши совитиш жараёнини ёмонлаштиради, мой айланишини секинлаштиради ва актив қисмлар ҳароратининг ортишига олиб келиши мумкин. Ҳароратнинг ортиши эса изоляция материалларининг эскириш жараёнини тезлаштиради [1, 3, 8, 9].

Трансформаторларда механик аралашмаларнинг хавфли жиҳати шундаки, улар мой ҳажмида бир текис тақсимланмайди. Оғир металл заррачалар ва йирик шлам бўлаклари асосан бак тубида тўпланиши мумкин. Целлюлоза толалари ва енгил заррачалар мой оқими билан чулғамлар оралиғи, радиаторлар ва мой каналлари бўйлаб ҳаракатланади. Оқим тезлиги паст бўлган ҳудудларда эса майда аралашмалар аста-секин чўкиб, локал ифлосланиш зоналарини ҳосил қилади. Демак, трансформатор мойидан олинган битта умумий намуна ҳар доим ҳам ички элементлардаги ҳақиқий ифлосланиш ҳолатини тўлиқ акс эттирмайди [1, 8, 9].

Амалда трансформатор мойи ҳолатини баҳолашда кўпинча электр мустаҳкамлик, намлик миқдори, кислоталик сони, $\text{tg}\delta$, газлар таркиби ва механик аралашмалар концентрацияси каби кўрсаткичлар таҳлил қилинади. Бу кўрсаткичлар мойнинг умумий сифатини баҳолашда муҳим аҳамиятга эга. Бироқ механик аралашмаларнинг айнан қайси элементда кўпроқ тўплангани, уларнинг мой билан ҳаракатланувчи ва чўккан қисмлари нисбати, шунингдек, вақт бўйича ўзгариш динамикаси одатда алоҳида ҳисобга олинмайди. Натижада трансформаторнинг ички ифлосланиш харитасини тузиш, профилактик тозалаш нуқталарини аниқлаш ва мойни қайта ишлаш самарадорлигини баҳолашда маълум ноаниқликлар юзага келади [2, 3, 5, 6].

Мавжуд ёндашувларда трансформатор кўпинча ягона мой ҳажмига эга объект сифатида қаралади. Бундай соддалаштириш айрим ҳолатларда амалий жиҳатдан қулай бўлса-да, узок муддат эксплуатацияда бўлган трансформаторлар учун етарли аниқлик бермаслиги мумкин. Чунки эксплуатация муддати ортиши билан трансформаторнинг турли қисмларида механик аралашмаларнинг ҳосил бўлиш ва тўпланиш интенсивлиги бир хил бўлмайди. Масалан, чулғамларда қаттиқ изоляция эскириши натижасида целлюлоза толалари кўпроқ ажралиши мумкин, магнит ўтказгич атрофида металл микрозаррачалар пайдо бўлиши эҳтимоли юқори, радиаторларда эса мой оқими секинлашган зоналарда шлам тўпланади. Шу сабабли трансформатор элементларини алоҳида ҳисоблаш соҳаларига ажратиш илмий ва амалий жиҳатдан асосли ҳисобланади [4, 7, 9].

Механик аралашмалар миқдорини элементлар кесимида баҳолаш трансформатор диагностикасида янги ёндашувни шакллантиради. Бунда трансформатор баки, чулғамлар,

магнит ўтказгич, радиаторлар, кенгайтиргич бак, мой қувурлари, филтрлар ва арматура қисмлари ўзаро боғланган тизим сифатида қаралади. Ҳар бир элементда мой ҳажми, оқим йўналиши, заррачаларнинг чўкиш имконияти, қайта кўтарилиш эҳтимоли ва ички аралашма ҳосил бўлиш манбалари мавжуд. Ушбу омилларни ягона математик модель орқали ифодалаш трансформатор мойидаги механик аралашмаларнинг умумий эмас, балки локал тақсимланишини аниқлашга имкон беради.

Мазкур масаланинг яна бир муҳим томони шундаки, механик аралашмалар трансформаторнинг қолдиқ ресурси ва ишончилиги билан билвосита боғлиқ диагностик белги сифатида қаралиши мумкин. Агар механик аралашмалар миқдори асосан чулғамлар зонасида юқори бўлса, бу қаттиқ изоляция эскириши ёки термик таъсир кучайганини кўрсатиши мумкин. Агар аралашмалар бак туби ва радиаторларда кўп тўпланган бўлса, бу мойнинг оксидланиши, шламланиши ёки совитиш тизими самарадорлиги пасайганидан далолат бериши мумкин. Филтр ва кранлар атрофида аралашмаларнинг ортиши эса мой айланиш тизимида тўпланиш жараёнлари фаол кечаётганини кўрсатади. Шу жиҳатдан механик аралашмаларни аниқлаш нафақат мой сифатини баҳолаш, балки трансформаторнинг ички техник ҳолати ҳақида ҳам хулоса чиқариш имконини беради [4, 6, 7, 9].

Шунинг учун мойли куч трансформаторлари асосий ва қўшимча элементларининг ҳар бирида мавжуд механик аралашмалар миқдорини аниқлаш учун математик модель ишлаб чиқиш долзарб ҳисобланади. Бундай модель механик аралашмаларнинг ҳосил бўлиши, мой оқими билан ташилиши, элемент юзаларида чўкиши, қайта мой ҳажмига ўтиши ва филтрлаш жараёнида камайишини комплекс ҳисобга олиши лозим. Айниқса, эксплуатацияда узоқ вақт ишлаган трансформаторлар учун бундай ёндашув профилактик хизмат кўрсатишни режалаштириш, мойни тозалаш ёки регенерация қилиш заруратини асослаш, шунингдек, трансформаторнинг ишончилиқ даражасини баҳолашда муҳим аҳамият касб этади [1, 2, 7, 8].

Материал ва методлар

Тадқиқотда назарий, ҳисобий ва аналитик усуллардан фойдаланилди. Асосий метод сифатида масса баланси усули қўлланилди. Ушбу усул ёрдамида трансформаторнинг ҳар бир элементида механик аралашмаларнинг кириши, чиқиши, ҳосил бўлиши, чўкиши, қайта мой ҳажмига кўтарилиши ва филтрланиши алоҳида ҳисобга олинди.

Биринчи босқичда трансформатор алоҳида ҳисоблаш соҳаларига ажратилди. Бунда бак, чулғамлар, магнит ўтказгич, радиаторлар, кенгайтиргич бак, мой қувурлари ва филтр элементлари мустақил ҳисоблаш ҳажмлари сифатида қабул қилинди. Ҳар бир элемент учун мой ҳажми, элемент юзаси, механик аралашмалар концентрацияси ва чўкинди миқдори кировчи параметрлар сифатида белгиланди.

Иккинчи босқичда механик аралашмаларнинг мой ҳажмида ҳаракатланиши масса баланси тенгламалари орқали ифодаланди. Бу усул механик аралашмаларнинг бир элементдан иккинчи элементга мой оқими билан ўтишини, айрим қисмининг элемент юзасида чўкишини ва маълум шароитларда қайта мой ҳажмига кўтарилишини математик жиҳатдан баҳолаш имконини берди.

Учинчи босқичда механик аралашмаларнинг чўкиш жараёнини баҳолаш учун гидродинамик ёндашувдан фойдаланилди. Майда заррачаларнинг мойда чўкиш тезлиги зарра ўлчами, мой қовушқоқлиги, мой зичлиги ва зарра зичлигига боғлиқ ҳолда аниқланди. Бу жараённи ифодалашда Стокс қонунига асосланган ҳисоблаш ёндашуви қўлланилди [1].

Механик аралашмалар асосан қоғоз ва картон изоляциядан ажралиб чиққан целлюлоза толалари, ишга тушириш, таъмир ёки қисқа туташувдан кейин ҳосил бўладиган металл заррачалар, шунингдек мойнинг термик ва оксидланиш жараёнлари натижасида шаклланивчи шлам ва лак билан ёюлганган изолятцион ётдамдан ташкил топади. Ушбу заррачалар ҳамда намлик электр майдони таъсирида юқори диэлектрик ўтказувчанликка эга ҳудудларга тарқалади, циркуляция жараёнида кўприксимон тузилмалар ҳосил қилади ва локал электр майдони кучини оширади [1, 4, 8, 9].

Натижалар

Математик моделни куриш учун трансформатор куйидаги элемент ва зоналарга бўлинади (индекс $i=1, \dots, n$): Бак танаси (ички ҳажм) $i=1$, радиаторлар ва коллекторлар $i=2$, насос ва кувурлар (циркуляция линиялари) $i=3$, РПН (OLTC) бачоги $i=4$, кириш изоляторлари ва бошқа кичик ҳажмлар: $i=5$, чулғамлар атрофидаги мой зоналари (HV ва LV) $i=6, 7$ ва ҳ.к.

Ҳар бир зона учун белгиланадиган асосий параметрлар: мой ҳажми V_i (m^3), деворлар ва изоляция юзаси A_i (m^2), мой қовушқоқлиги ва ҳароратига боғлиқ қолдиқ мой қатлами қалинлиги δ_i (m).

Аралашмалар концентрацияси: механик аралашмалар учун $C_{(m,i)}$ (t) (kg/m^3), сувли аралашмалар учун $C_{(w,i)}$ (t) (kg/m^3). Шунингдек, қўпол изоляция (қоғоз, пресспан) элементлари учун алоҳида ҳолда намлик миқдори: j -элемент учун W_j (t).

Биринчи навбатда мойли куч трансформаторларида мавжуд механик аралашмалар миқдорини аниқлаш жараёнларининг математик моделини қўриб чиқамиз.

i -зонадаги механик аралашмаларнинг умумий массаси қуйидаги муносабат билан ифодаланди:

$$M_{m,i}(t) = C_{m,i}(t) V_i \quad (1)$$

бу ерда $C_{m,i}(t)$ - i -зонадаги механик аралашмалар концентрацияси, V_i эса шу зонадаги мой ҳажми.

Механик аралашмаларнинг вақт бўйича ўзгаришини аниқловчи умумий масса баланси қуйидаги дифференциал тенглама олинди:

$$\frac{d}{dt}(C_{m,i} V_i) = \sum_{k \in \mathcal{N}(i)} Q_{k \rightarrow i} C_{m,k} - \sum_{k \in \mathcal{N}(i)} Q_{i \rightarrow k} C_{m,i} - R_{f,i} + S_{m,i} \quad (2)$$

бу ерда $\mathcal{N}(i)$ - i -зона билан мой алмашадиган қўшни зоналар жамланмаси.

Бу тўплам орқали механик аралашмаларнинг гидродинамик алмашинув йўналишлари белгиланади.

$Q_{k \rightarrow i}$ - $k \rightarrow i$ йўналишдаги мой сарфи (m^3/c). Бу қиймат насос циркуляцияси ва табиий конвекция оқимлари таъсирида ҳосил бўлади.

$Q_{i \rightarrow k}$ - i -зонадан k зонага оқиб ўтаётган мой сарфи.

$Q_{i \rightarrow k}$ - фильтрация, чўкма ҳосил бўлиши ёки мойнинг механик тозаланиши натижасида i -зонадан чиқиб кетган аралашмалар массаси (kg/c). Бу элемент трансформатордаги табиий фильтрация жараёнларининг таъсирини ҳисобга олади.

$S_{m,i}$ - i -зонада механик аралашмаларнинг тўғридан-тўғри ҳосил бўлиш манбаи (kg/c). Бундай манбаларга мойнинг эскириши, изоляция материалларининг емирилиши (эрозия), қиска туташув жараёнлари, локал қизиқ кетишлар ва термик-оксидланиш реакциялари киради [3–6, 9].

Фильтрация ва чўкиш жараёнини математик модели.

Агар фильтр линияси i -зонадан ўтади ва филтёрнинг самарадорлиги $\eta_f \in [0,1]$ оралиғида бўлса, у ҳолда фильтрация орқали зонадан чиққан механик аралашмалар массасининг тезлиги қуйидаги муносабат билан аниқланади:

$$R_{f,i}^{(filtr)} = \eta_f Q_{f,i} C_{m,i} \quad (3)$$

бу ерда $Q_{f,i}$ - фильтр орқали ўтаётган мой сарфи (m^3/c), $C_{m,i}$ - i -зонадаги механик аралашмалар концентрацияси.

Механик аралашмаларнинг бир қисми фильтр орқали эмас, балки табиий гравитацион чўкиш ҳисобига зонадан чиқади. Ушбу жараённинг соддалаштирилган кинетик модели қуйидагича ифодаланади:

$$R_{f,i}^{(chokish)} = k_{ch,i} C_{m,i} V_i \quad (4)$$

бу ерда $k_{ch,i}$ - чўкиш жараёнининг кинетик коэффиценти (c^{-1}), V_i - i -зона мой ҳажми.

Филтёрлаш ва гравитацион чўкишнинг биргаликдаги таъсири натижасида i -зонадан чиқиб кетадиган механик аралашмаларнинг умумий йўқолиш тезлиги:

$$R_{f,i} = R_{f,i}^{(filtr)} + R_{f,i}^{(chokish)} \quad (5)$$

Мойли куч трансформаторларда тўкиб олиш ёки мой алмаштириш жараёнида барча мой тўлиқ чиқиб кетмайди. Ҳар бир зонада маълум миқдорда қолдиқ мой ҳажми $V_{r,i}$ сақланиб қолади. Бу мой деворлар юзасидаги плёнка кўринишида, бак тубидаги 10 мм атрофидаги қатлам сифатида, радиатор каналлари чўнтақларида, қувурларнинг U-шаклли участкаларда тўпланади. Шу сабабли трансформатор мойини алмаштириш идеал эмас ва қолган мой орқали аралашмаларнинг бир қисми янги мойга ўтади.

Қолдиқ мойнинг умумий ҳажми қуйидагича таҳлил қилинди:

$$V_{r,i} = V_{плёнка,i} + V_{туб,i} + V_{радиатор,i} + V_{қувур,i} \quad (6)$$

Механик аралашмалар ва сувнинг бошланғич миқдори (масалан, мой тўлиқ тўкиб ташланмагандан сўнг) қуйидаги кўринишда берилади:

$$M_{m,i}(0) = C_{m,i}^{old} V_{r,i} \quad (7)$$

$$M_{w,i}(0) = C_{w,i}^{old} V_{r,i} \quad (8)$$

яъни қолган мойдаги аралашмалар массаси унинг концентрацияси ва қолдиқ мой ҳажми орқали аниқланади.

Трансформаторга янги мой қўшилганда умумий мой ҳажми:

$$V_i^{yangi} = V_{r,i} + V_{yang,i} \quad (9)$$

Бошланғич концентрацияси эса қолган ва янги мой аралашмасининг масса балансида келиб чиқиб аниқланади:

$$C_{m,i}(0^+) = \frac{C_{m,i}^{old} V_{r,i}}{V_{r,i} + V_{yang,i}} \quad (10)$$

$$C_{w,i}(0^+) = \frac{C_{w,i}^{old} V_{r,i}}{V_{r,i} + V_{yang,i}} \quad (11)$$

Бу ерда 0^+ - янги мой қўшилгандан кейинги бошланғич ҳолат, яъни янги мой билан аралашуш тугаши билан юзага келган моментини англатади.

Қолдиқ мойнинг белгиланган ҳажмда қолиши изоляция тизимидаги аралашмаларнинг бир қисми сақланиб қолишини ва уларнинг кейинги динамикага таъсирини таъминлайди. Концентрацияларнинг 0^+ орқали аниқланиши эса янги мой билан аралашув жараёнининг физик моҳиятини аниқ акс эттиради: трансформатор мойи тўлиқ янгиланмаган шароитдаги ифлосланишнинг сақланиб қолиши ва унинг моделга интеграция қилиниши таъминланади.

Юқоридаги формулалардан фойдаланиб моделни матрица кўринишига келтирамыз.

Мойли куч трансформаторидаги механик аралашмалар динамикасини ягона математик платформада ифодалаш учун моделни матрицавий шаклга ўтказиш жуда қулайдр. Бу ифода мой сарфлари, зоналараро алмашинув, чўкиш, фильтрация ҳамда фазавий намлик алмашинуви жараёнларини бир вақтнинг ўзида ҳисобга олиш имконини беради.

Бутун трансформатор бўйлаб механик аралашмалар концентрациялари

$$C_m = \begin{bmatrix} C_{m,1} \\ C_{m,2} \\ \vdots \\ C_{m,n} \end{bmatrix}, C_w = \begin{bmatrix} C_{w,1} \\ C_{w,2} \\ \vdots \\ C_{w,n} \end{bmatrix} \quad (12)$$

бунда n - мой зонаси сифатида алоҳида ажратилган элементлар сони.

Механик аралашмалар учун матрицавий динамик тенглама

$$\frac{d}{dt}(V \odot C_m) = Q C_m - R_f(C_m) + S_m \quad (13)$$

Бу тенглама зоналар бўйлаб механик аралашмалар концентрациясининг ўзгаришига таъсир қилувчи барча жараёнларни қамраб олади: $V \odot C_m$ - элементлар бўйича кўпайтириш орқали умумий масса, $Q C_m$ - насос ва конвекция ҳисобига зоналараро алмашинув матрицаси, $R_f(C_m)$ - фильтрация ва гравитацион чўкиш ҳисобига йўқолиш, S_m - мой деградацияси ва механик эрозиядан келиб чиқадиган янги аралашмалар манбаи.

Мойли куч трансформаторларининг асосий ва қўшимча элементларида механик ҳамда сувли аралашмалар миқдорини аниқлаш учун интеграллашган математик модель ишлаб

чикилди. Ушбу модель трансформаторни алоҳида зоналарга ажратиб, ҳар бир зонадаги мой ҳажми, аралашмалар концентрацияси, мой сарфи, фильтрация, чўкиш, намлик алмашинуви ва қолдиқ мой таъсирини ҳисобга олади. Механик аралашмалар учун масса баланси, фильтрация ва гравитацион чўкиш жараёнлари асосида дифференциал тенгламалар тузилди.

Муҳокама

Таклиф этилган математик модель механик аралашмаларнинг трансформатор бўйича тақсимланиши бир хил эмаслигини назарий жиҳатдан асослайди. Ҳар бир элементдаги аралашмалар миқдори мой ҳажмига, оқим тезлигига, чўкиш юзасига, зарра хусусиятларига ва ички ифлосланиш манбаларига боғлиқ ҳолда шаклланади [1, 8, 9].

Модель натижаларига кўра, трансформатор баки тубида оғир заррачалар ва шлам миқдори юқори бўлади. Чулғамлар оралиғида целлюлоза толалари ва изоляция эскириши маҳсулотлари ушланиб қолади. Радиаторларда мой оқими тезлиги пасайган зоналарда майда аралашмалар чўкиши эҳтимоли ортади. Мой қувурлари эса аралашмаларнинг бир элементдан бошқасига кўчиш йўли сифатида намоён бўлади [1, 4, 8, 9].

1-жадвал

Мойли куч трансформаторида механик аралашмалар ва чўкмаларнинг конструктив қисмлар бўйича тақсимланиши

Элемент	Мойдаги аралашма массаси	Чўккан аралашма массаси	Умумий масса	Диагностик аҳамияти
Бак туби	Ўртача	Юқори	Юқори	Оғир заррачалар, шлам ва металл микрзаррачалар тўпланишини кўрсатади
Чулғамлар	Юқори	Ўртача	Юқори	Қаттиқ изоляция эскириши ва целлюлоза толалари билан боғлиқ
Магнит ўтказгич	Ўртача	Ўртача	Ўртача	Металл заррачалар ва вибрация таъсирини кўрсатади
Радиаторлар	Ўртача	Юқори	Юқори	Совитиш самарадорлиги пасайиши эҳтимолини кўрсатади
Кенгайтиргич бак	Паст/ўртача	Ўртача	Ўртача	Мой оксидланиши ва ҳаво билан алоқани кўрсатади
Мой қувурлари	Ўртача	Паст	Ўртача	Аралашмаларни ташиш йўли ҳисобланади
Фильтр ва кранлар	Юқори	Юқори	Юқори	Диагностика ва тозалаш учун муҳим нукта ҳисобланади

Модель орқали олинган энг муҳим натижа шундан иборатки, битта умумий мой намунаси трансформатор ичидаги ҳақиқий ифлосланиш манзарасини тўлиқ акс эттирмайди. 1-жадвалда мойли куч трансформаторида механик аралашмалар ва чўкмаларнинг конструктив қисмлар бўйича тақсимланиши келтириб ўтилган. Оқим суст, ҳарорат паст ва қайта кўтарилиш кам бўлган зоналарда ифлосланиш хавфи юқорироқ бўлади. Аксинча, мой оқими тез ва филтрлаш таъсири юқори бўлган элементларда аралашмаларнинг тўпланиш эҳтимоли камаяди [1, 8].

Таклиф этилган математик модель трансформатор мойи ҳолатини диагностик баҳолашда анъанавий ёндашувни тўлдиради. Анъанавий ёндашувда мойдан намуна олинадиган ва ундаги электр мустаҳкамлик, намлик, кислоталик, диэлектрик йўқотиш бурчаги тангенсини, газлар таркиби ва механик аралашмалар концентрацияси аниқланади. Бу усул трансформатор мойининг умумий ҳолати ҳақида муҳим ахборот беради [2, 3, 5, 6].

Мазкур модель трансформаторни алоҳида элементлардан ташкил топган ифлосланиш тизими сифатида қарашга асосланган. Бу ёндашув айниқса узоқ муддат эксплуатацияда бўлган трансформаторлар учун муҳим. Чунки бундай трансформаторларда механик аралашмалар бир вақтнинг ўзида бир нечта жараён натижасида ҳосил бўлади: қаттиқ

изоляциянинг эскириши, мойнинг оксидланиши, металл юзаларнинг емирилиши, совитиш тизимидаги оқим ўзгариши ва таъмирлашдан кейин қолган микрозаррачалар [3–6, 9].

Модельнинг амалий аҳамияти қуйидаги йўналишларда намоён бўлади. Биринчидан, у мойни тозалашдан олдин қайси элементларда ифлосланиш кўпроқ тўпланганини тахмин қилиш имконини беради. Иккинчидан, тозалашдан кейинги самарадорлик фақат умумий концентрация камайиши билан эмас, балки элементлар бўйича масса камайиши орқали баҳоланади. Учинчидан, намуна олиш нуқталарини танлашда илмий асосланган ёндашув шаклланади. Тўртинчидан, трансформаторнинг совитиш тизимидаги яширин ифлосланиш зоналарини аниқлаш имкони пайдо бўлади.

Модельнинг яна бир муҳим жиҳати шундаки, у электр мустаҳкамлик, $\tan\delta$, намлик ва кислоталик каби кўрсаткичлар билан бирлаштирилиши мумкин. Масалан, механик аралашмалар миқдори юқори бўлган элементда мойнинг электр мустаҳкамлиги пасайиши, диэлектрик йўқотишлар ортиши ёки шлам ҳосил бўлиши эҳтимоли юқори бўлади [2, 3, 5, 6, 9].

Хулоса

Мақолада мойли куч трансформаторлари асосий ва қўшимча элементларида мавжуд механик аралашмалар миқдорини аниқлаш учун масса балансига асосланган математик модель ишлаб чиқилди. Таклиф этилган ёндашув трансформаторни ягона мой ҳажми сифатида эмас, балки ўзаро боғланган алоҳида элементлар тизими сифатида қарашга асосланади.

Модель ҳар бир элементдаги механик аралашмаларни икки қисмга — мой ҳажмида ҳаракатланаётган ва элемент юзасида чўккан аралашмаларга ажратади. Бу орқали бак туби, чулғамлар, магнит ўтказгич, радиаторлар, кенгайтиргич бак, мой қувурлари ва фильтр элементларидаги ифлосланиш даражасини алоҳида баҳолаш имкони яратилади.

Назарий натижалар шуни кўрсатадики, механик аралашмаларнинг трансформатор ичида тақсимланиши бир текис эмас. Шунинг учун фақат умумий мой намунаси асосида хулоса чиқариш айрим ҳолларда етарли бўлмаслиги мумкин. Айниқса, узок муддат эксплуатацияда бўлган трансформаторларда бак туби, радиаторлар ва фильтр элементларида локал чўкинди тўпланиши эҳтимоли юқори.

Таклиф этилган математик модель трансформаторларнинг техник ҳолатини чуқурроқ баҳолаш, мойни тозалаш самарадорлигини аниқлаш, профилактик хизмат кўрсатиш режасини асослаш ва намуна олиш нуқталарини тўғри танлашда қўлланилиши мумкин.

Адабиётлар

- [1]. Wei B., Wang Z., Qi R., Wang X., Zhao T. A Study on the Motion Behavior of Metallic Contaminant Particles in Transformer Insulation Oil under Multiphysical Fields. *Sensors*, 2024, 24(17), 5483. doi:10.3390/s24175483.
- [2]. IEC 60422:2024. Mineral insulating oils in electrical equipment — Supervision and maintenance guidance. International Electrotechnical Commission, 2024.
- [3]. Abdi S., Harid N., Achraf B.B., Haddad A., Boubakeur A. Comprehensive Assessment of Transformer Oil After Thermal Aging: Modeling for Simultaneous Evaluation of Electrical and Chemical Characteristics. *Energies*, 2025, 18(8), 1915. doi:10.3390/en18081915.
- [4]. Yuan Z., Wang Q., Ren Z., Lv F., Xie Q., Geng J., Zhu J., Teng F. Investigating Aging Characteristics of Oil-Immersed Power Transformers' Insulation in Electrical–Thermal–Mechanical Combined Conditions. *Polymers*, 2023, 15(21), 4239. doi:10.3390/polym15214239.
- [5]. Mustafa E., Ahmad B., Ali M.I., Afia R.S.A., Ullah R. Degradation Assessment of In-Service Transformer Oil Based on Electrical and Chemical Properties. *Applied Sciences*, 2024. doi:10.3390/app142411767.
- [6]. Liu D., Lu B., Wu W., Zhou W., Liu W., Sun Y., Wu S., Shi G., Yuan L. Assessment of the Aging State for Transformer Oil-Barrier Insulation by Raman Spectroscopy and Optimized Support Vector Machine. *Sensors*, 2024, 24, 7485. doi:10.3390/s24237485.
- [7]. Liang Z., Fang Y., Cheng H., Sun Y., Li B., Li K., Zhao W., Sun Z., Zhang Y. Innovative Transformer Life Assessment Considering Moisture and Oil Circulation. *Energies*, 2024, 17(2), 429. doi:10.3390/en17020429.
- [8]. Zhong J., Zhang Z., Dong Z., Xue Z., Cheng J., Deng J., Wang F. Research on Adhesion Characteristic Experiment of Carbon Particles in Transformer Oil on the Surface of Epoxy Resin Under DC Electric Field. *Applied Sciences*, 2025, 15(1), 431. doi:10.3390/app15010431.

- [9]. Feng S., Liao R., Yang L., Chen C., Yu X. Effects of Localized Overheating on the Particle Size Distribution and Morphology of Impurities in Transformer Oil. *Energies*, 2025, 18(24), 6566. doi:10.3390/en18246566.

УДК 620.91, 548

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Д.Т. Юсупов., У.И. Мирзалиев

Национальный научно-исследовательский институт возобновляемых источников энергии

**Автор для корреспонденции, e-mail: dilshod8006@mail.ru*

(Получена 20.04.2026 г.)

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной проблеме обеспечения бесперебойного энергоснабжения автономных потребителей в условиях Республики Узбекистан. Рассмотрены потенциальные возможности солнечной и ветровой энергии в регионе. Основное внимание уделено разработке новой структурной схемы комбинированной установки (IAP 07561), интегрирующей фотоэлектрические модули и ветрогенераторы через усовершенствованные широтно-импульсные преобразователи. Результаты исследования показывают возможность повышения общей энергоэффективности системы на 18,7%. Приведены данные по внедрению экспериментального образца мощностью 5 кВт, позволившего достичь экономии 9942 кВт·ч в год.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, фотоэлектрическая станция, ветроэнергетическая установка, гибридные системы, энергоэффективность, автономное энергоснабжение.

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekiston Respublikasida avtonom iste'molchilarni uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlashning dolzarb masalasi ko'rib chiqiladi. Mintaqada quyosh va shamol energiyasining salohiyati o'rganiladi. Asosiy e'tibor fotovoltaiik modullar va shamol turbinalarini takomillashtirilgan impuls kengligidagi konvertorlar orqali birlashtirgan kombinatsiyalangan stansiya (IAP 07561) uchun yangi konstruktiv loyihani ishlab chiqishga qaratilgan. Tadqiqot natijalari tizimning umumiy energiya samaradorligini 18,7% ga oshirish imkoniyatini ko'rsatadi. Yiliga 9942 kVt/soat tejashga erishgan 5 kVt quvvatga ega sinov loyahasini amalga oshirish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: qayta tiklanadigan energiya manbalari, fotoelektr stansiyasi, shamol elektr stansiyasi, gibrid tizimlar, energiya samaradorligi, avtonom elektr ta'minoti.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Глобальные и национальные тренды

Мировой энергетический сектор переживает масштабную трансформацию, вызванную сокращением запасов ископаемого топлива и ростом цен на традиционные энергоресурсы. Согласно данным на 2023 год, доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в глобальной генерации достигла 30,7%, из которых 7,8% приходится на ветроэнергетику. Прогнозируется, что к 2027 году установленная мощность ветровых станций в мире вырастет еще на 570 ГВт.

Для Республики Узбекистан переход к «зеленой» экономике является стратегическим приоритетом. В соответствии со «Стратегией перехода Республики Узбекистан на „зеленую“ экономику на период 2019–2030 годов», поставлены задачи по диверсификации потребления энергоресурсов и развитию ВИЭ. Указы и постановления Президента (УП №60, ПП №4422, ПП №57) определяют конкретные механизмы ускорения внедрения энергосберегающих технологий.

1.2. Анализ энергетического потенциала Узбекистана

Узбекистан обладает значительным потенциалом для развития ВИЭ. Прогнозные показатели до 2030 года предполагают увеличение доли ВИЭ до 30%. К 2086 году запланирован ввод в эксплуатацию солнечных и ветровых электростанций общей мощностью 12 047 МВт (табл. 1).

Таблица 1. План ввода мощностей ВИЭ в Узбекистане до 2028 года

П/н	Проект	Инвестор	Сто-сть проекта	Мощ-сть	Объем выра-ки	Дата ввода в экс-ию
			млн \$		млн кВт	
1	Кармана СЭС	"Masdar" (ОАЭ)	110	100	260	2022
2	Тутли СЭС	Total Energies (Франция)	107	100	260	2021
3	Иштихон СЭС	"Masdar" (ОАЭ)	150	220	480	2023
4	Кўк булоқ СЭС	"Masdar" (ОАЭ)	150	220	480	2023
5	Чўпон ота СЭС	"Tepelen Group AG" (Швейцария)	20	20	45	2023
6	Риверсайд СЭС	"ACWA Power" (КСА)	230	200	420	2024
7	Сахро СЭС	"China Gezhouba Group" (КНР)	350	500	1 170	2024
8	Нишон СЭС	"China Gezhouba Group" (КНР)	350	500	1 170	2024
9	Шеробод СЭС	"Masdar" (ОАЭ)	260	457	1 040	2024
10	Кармана СЭС-2 (Навой)	Sinoma (КНР)	250	300	660	2026
11	Поп СЭС-2	"Hyper Partners" (Германия)	180	200	400	2026
12	Наманган СЭС (Тепелен)	"Tepelen Group AG" (Швейцария)	450	500	1 000	2024
13	Навой СЭС (Тепелен)	"Tepelen Group AG" (Швейцария)	200	200	460	2024
14	Хоразм СЭС	"Votalia" (Франция)	68	100	250	2025
15	Бешариқ СЭС	GD Power Hong Kong (КНР)	400	500	1 000	2025
16	Андижон СЭС	Suling Energy (КНР)	400	400	800	Неиз-но
17	Бўка СЭС	"China Datang Overseas" (КНР)	170	263	590	2025
18	Наманган СЭС-2	"Hyper Partners" (Германия)	350	500	1 000	2025
19	Бухоро СЭС (Масдар)	"Masdar" (ОАЭ)	180	250	620	2025
20	Қашқадарё Ғузор СЭС	"Masdar" (ОАЭ)	260	300	720	2025
21	Сазаган-1 СЭС	"ACWA Power" (КСА)	758	500	1 100	2026
22	Сазаган-2 СЭС	"ACWA Power" (КСА)	1049	500	1 100	2026
23	Бухоро СЭС (Тепелен)	"Tepelen Group AG" (Швейцария)	450	500	1 150	Неиз-но
24	Навой гибрид 300 МВт СЭС	"China Gezhouba Group" (КНР)	390	300	660	2026
25	Тутли-3 СЭС	Total Energies (Франция)	750	900	2 100	2027
26	Тутли-2 СЭС	Total Energies (Франция)	100	65	150	2026
27	Бухоро гибрид-2 100 МВт СЭС	"Votalia" (Франция)	80	100	240	2027
28	Фарғона СЭС	"Hyper Partners" (Германия)	180	200	400	Неиз-но
29	Фориш СЭС	СЕЕ, Huadian (КНР)	450	500	1 100	2024
30	Zarafshon Energy ВЭС	"Masdar" (ОАЭ)	800	500	1 300	2025

31	Bash ВЭС	"ACWA Power" (KCA)	600	500	1 300	2025
32	DZHANKELDI ВЭС	"ACWA Power" (KCA)	600	500	1 300	2025
33	Bash-52 ВЭС	"ACWA Power" (KCA)	65	52	130	2025
34	NUKUS KARATAU ВЭС	"ACWA Power" (KCA)	125	100	260	2025
35	KUNGRAD ВЭС	"SANY Renewables International Investment" (KHP)	1 200	1 000	2 500	Неиз-но
	Итого		12 232	12 047	27 615	

Несмотря на амбициозные планы, существует проблема нестабильности генерации. Эффективное время работы фотоэлектрических станций (ФЭС) в Узбекистане ограничено (около 3000 часов в год, что составляет лишь 34% годового времени). Ветровая активность также характеризуется сезонной и суточной изменчивостью. Это обуславливает необходимость создания комбинированных (гибридных) систем, где недостатки одного источника компенсируются преимуществами другого.

1.3. Состояние изученности проблемы

Вопросами проектирования ветровых турбин и повышения их эффективности занимались зарубежные ученые: В. Индраджа (США), Коки Кисинами (Япония), М. Майзи (Германия), Э.В. Соломин и другие. Развитие комбинированных систем отражено в трудах О.В. Григораша, А. Боретти и узбекистанских ученых: Р.А. Захидова, М.М. Мухаммадиева, А.М. Мирзабаева и др.. Однако вопрос создания оптимизированных маломощных установок для автономных потребителей, учитывающих специфику климата Узбекистана, остается открытым.

2. МЕТОДОЛОГИЯ

2.1. Объект и предмет исследования

Объектом исследования является комбинированная энергетическая установка на базе ФЭС и ветроэнергетической установки (ВЭУ). Предметом исследования выступают конструктивные особенности, геометрические параметры и энергетические показатели системы, обеспечивающие стабильное электроснабжение.

2.2. Разработка структурной схемы (IAP 07561)

В рамках работы разработана и запатентована новая структурная схема электроэнергетической системы (номер патента IAP 07561). Ключевой особенностью схемы является использование:

Выпрямителей для преобразования переменного тока ВЭУ.

Аккумуляторных батарей для буферизации энергии.

Повышающих широтно-импульсных преобразователей (ШИП), которые позволяют оптимизировать процесс передачи энергии и минимизировать потери при низких скоростях ветра или слабой инсоляции.

Такой подход позволил разделить потребителей на три категории: основные, вторичные и вспомогательные, что обеспечивает приоритетность питания критически важных нагрузок.

2.3. Параметры экспериментальной установки

Для подтверждения теоретических выводов был создан экспериментальный образец комбинированной установки общей мощностью 5 кВт. Состав системы:

Фотоэлектрическая часть: 8 солнечных панелей мощностью по 250 Вт (суммарно 2 кВт на этапе первичных тестов, масштабировано до 4 кВт в итоговом образце). Эффективность панелей — 15,4% при стандартных условиях (STC).

Ветроэнергетическая часть: 2 горизонтально-осевые ВЭУ мощностью по 3 кВт каждая (экспериментальный замер проводился при ограничении до 1 кВт для балансировки

системы). Высота мачты составляет 18 метров, что позволяет использовать более стабильные воздушные потоки верхних слоев атмосферы.

Особенности конструкции: Использование композитных труб для мачты и отсутствие необходимости в тяжелой крановой технике при монтаже.

2.4. Методы анализа

Для анализа данных применялись статистическая обработка климатических данных Узбекистана по регионам (табл. 2), а также математическое моделирование в среде MATLAB Simulink для расчета эксплуатационных параметров (мощность, напряжение, ток).

Натурный эксперимент на базе тепличного хозяйства в Ташкентской области.

Таблица 2. Параметры солнечной радиации по зонам Узбекистана

Регионы Республики Узбекистан	Количество солнечной радиации (излучения)
Андижанская область	1 600 – 1 700
Бухарская область	1 800 – 1 900
Джизакская область	1 700 – 1 800
Кашкадарьинская область	1800 – 1 900
Республика Каракалпакстан	1 600 – 1 700
Навоийская область	1 750 – 1 850
Наманганская область	1 600 – 1 700
Самаркандская область	1 700 – 1 800
Сурхандарьинская область	1 850 – 1 950
Сырдарьинская область	1 700 – 1 750
город Ташкент	1 700 – 1 800
Ташкентская область	1 700 – 1 800
Ферганская область	1 600 – 1 700
Хорезмская область	1 750 – 1 850

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Исследование динамики энергопотребления

Для обоснования необходимости внедрения комбинированных установок был проведен анализ месячного потребления электроэнергии и природного газа типичными автономными объектами (на примере жилых домов и тепличных хозяйств в Ташкентской области). Установлено, что потребление энергии в осенне-зимний и весенний периоды в несколько раз превышает летние показатели из-за необходимости отопления и дополнительного освещения.

Динамика потребления электроэнергии (рис. 1.5 в источнике) и газа (рис. 1.6 в источнике) подтверждает, что дефицит энергии совпадает с периодами минимальной солнечной инсоляции, что делает использование только фотоэлектрических станций (ФЭС) недостаточно эффективным.

3.2. Энергетические показатели комбинированной системы

В ходе исследований была разработана и протестирована новая структурная схема электроэнергетической системы (патент IAP 07561), включающая выпрямители, аккумуляторы, инверторы и специализированные повышающие широтно-импульсные преобразователи.

Ключевые технические результаты:

Повышение энергоэффективности: Интеграция усовершенствованных преобразователей и алгоритма управления позволила увеличить общую эффективность системы на 18,7% по сравнению с традиционными схемами.

Стабильность генерации: Комбинирование ФЭС мощностью 4 кВт и ВЭУ мощностью 1 кВт обеспечило более равномерный график выработки. В периоды отсутствия солнечного излучения (ночное время, облачность) ветровая установка компенсирует падение мощности, особенно в осенне-зимний период, когда скорость ветра в регионе возрастает.

Имитационное моделирование: Разработанная в MATLAB Simulink модель позволила с высокой точностью (адекватность подтверждена экспериментально) рассчитывать эксплуатационные параметры: ток, напряжение и выходную мощность системы в зависимости от изменяющихся погодных условий.

3.3. Результаты практического внедрения

Экспериментальный образец установки был внедрен в тепличном хозяйстве Научно-исследовательского института садоводства, виноградарства и виноделия имени академика М. Мирзаева (Ташкентская область).

Экономический эффект: Использование комбинированной установки позволило снизить потребление электроэнергии из централизованной сети на 9942 кВт·ч в год.

Надежность: Разделение потребителей на три категории (основные, вторичные, вспомогательные) обеспечило бесперебойное питание критически важного оборудования теплицы даже в условиях нестабильной работы внешних сетей.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

4.1. Сравнительный анализ конструкций ветротурбин

При проектировании установки был проведен критический анализ существующих типов ветрогенераторов. Несмотря на разнообразие конструкций (турбины Горлова, Савониуса, Дарье), для условий Узбекистана была выбрана горизонтально-осевая схема.

Турбины Савониуса и Дарье отличаются простотой и независимостью от направления ветра, однако имеют низкий коэффициент использования энергии ветра (КИЕВ) и малую скорость вращения.

Горизонтально-осевые ВЭУ, использованные в данной работе, обладают более высоким КПД при стабильных потоках воздуха. Для нивелирования их главного недостатка (зависимости от направления ветра) была применена система ориентации с флюгером («хвостовая часть»).

4.2. Технологические инновации в конструкции мачты

Особое внимание заслуживает конструкция несущей мачты высотой 18 метров. Использование композитных трубных секций длиной по 3 метра, соединенных фланцами, решило две важные задачи:

1. Логистика: Возможность транспортировки на малотоннажных автомобилях в труднодоступные районы.

2. Монтаж: Установка мачты без использования тяжелой крановой техники, что существенно снижает капитальные затраты на развертывание системы.

4.3. Синергетический эффект ФЭС и ВЭУ

Исследование подтверждает гипотезу о взаимной дополняемости солнечной и ветровой энергии в климатических условиях Центральной Азии. В Узбекистане эффективное время работы ФЭС составляет около 3000 часов в год (34% времени), при этом зимой продолжительность светового дня сокращается до 4 часов, в то время как летом достигает 12,6 часов. Ветровая активность, напротив, зачастую возрастает в периоды низкой инсоляции, что позволяет минимизировать емкость аккумуляторных батарей и продлить их срок службы за счет отсутствия глубоких разрядов.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования по разработке и внедрению комбинированной ветро-солнечной установки для автономных потребителей Республики Узбекистан сформулированы следующие выводы:

Научно обоснована необходимость интеграции солнечной и ветровой генерации для условий Центральной Азии. Установлено, что эффективная работа ФЭС в регионе ограничена 3000 часами в год (около 34% годового времени), при этом максимальный дефицит энергии наблюдается в осенне-зимний период, когда энергопотребление объектов возрастает в несколько раз. Комбинирование источников позволяет нивелировать сезонную прерывистость и обеспечить стабильный график выработки.

Разработана и запатентована новая структурная схема электроэнергетической системы (IAP 07561). Благодаря применению усовершенствованных выпрямителей, аккумуляторных накопителей и повышающих широтно-импульсных преобразователей удалось оптимизировать процесс генерации при низких скоростях ветра и слабой инсоляции, что обеспечило повышение общей энергоэффективности на 18,7%.

Предложен алгоритм интеллектуального управления нагрузкой (FAP 02110), основанный на приоритизации потребителей. Разделение нагрузки на основную, вторичную и вспомогательную категории гарантирует бесперебойное питание критически важных систем объекта даже в условиях дефицита накопленной энергии, что критически важно для автономных сельскохозяйственных и социальных объектов.

Решена инженерная задача по оптимизации конструкции мачты ВЭУ. Создание сборно-разборной композитной опоры высотой 18 метров позволило обеспечить доступ к более стабильным воздушным потокам верхних слоев атмосферы. Применение легких трубчатых секций по 3 метра снимает необходимость использования тяжелой крановой техники и позволяет транспортировать установку малотоннажным транспортом в труднодоступные горные и пустынные районы.

Подтверждена практическая эффективность разработанной системы на базе экспериментального образца мощностью 5 кВт (4 кВт ФЭС и 1 кВт ВЭУ). Внедрение установки в тепличном хозяйстве Ташкентской области позволило сократить потребление электроэнергии из централизованной сети на 9942 кВт·ч в год, что доказывает высокую экономическую и экологическую целесообразность тиражирования данной технологии.

Список литературы

- [1]. Стратегия перехода Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019–2030 годов.
- [2]. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы».
- [3]. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-4422 от 22 августа 2019 года.
- [4]. Патент на изобретение IAP 07561. Электроэнергетическая система на основе возобновляемых источников энергии.
- [5]. Материалы диссертации на соискание ученой степени PhD «Разработка комбинированной ветро-солнечной энергетической установки». Ташкент, 2024. 120 с.
- [6]. Отчет Министерства энергетики Республики Узбекистан о внедрении ВИЭ, 2023 года.
- [7]. Справка о внедрении № 02-13-4478 от 27.07.2023 г. (Министерство энергетики Республики Узбекистан).
- [8]. Справка о внедрении № 02-69 от 10.10.2024 г. (ООО «ASMO SOLAR GOLD»).

UDK 620.91, 548

O'ZBEKISTONDA YASHIL ENERGETIKA: HOLAT, IMKONIYATLAR VA ISTIQBOLLAR

D.T. Yusupov, F.F. Sodiqov, U.Z. Ahmadjonov, Sh.O. Bebitov, U.I. Mirzaliyev

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti

**Mas'ul muallif, e-mail: dilshod8006@mail.ru*

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalari - quyosh, shamol va gidroenergetika sohalarining rivojlanishi keng tahlil qilingan. Mamlakatning geografik salohiyati, amalga oshirilayotgan davlat dasturlari, jalb etilgan xorijiy investitsiyalar hajmi, hamda 2024-2026 yillarda ishga tushirilgan stansiyalar bo'yicha aniq statistik ma'lumotlar keltirilgan. Dunyo va O'rta Osiyo

mamlakatlari tajribasidan foydalangan holda sohaning iqtisodiy va ekologik ahamiyati baholangan. Maqolada sohadagi asosiy muammolar ko'rsatib, 2030 yilga qadar qayta tiklanadigan energiya ulushini 54 foizga yetkazish maqsadiga erishish yo'llari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: yashil energetika, quyosh energiyasi, shamol energiyasi, qayta tiklanadigan energiya manbalari, investitsiya, energetika islohoti, O'zbekiston.

1. KIRISH

XXI asrda energetika - global iqtisodiyotning asosiy tayanchi hisoblanadi. Jahon aholisining o'sishi va sanoatlashtirish jarayonlari elektr energiyasiga bo'lgan talabni yildan yilga oshirmoqda. Biroq neft, tabiiy gaz va ko'mir kabi an'anaviy yoqilg'i zahiralari cheklangan bo'lib, ularni yoqish atmosferaga CO₂ chiqindilarini oshiradi va iqlim o'zgarishlariga olib keladi [1].

Bu vaziyat ko'pgina davlatlarni qayta tiklanadigan energiya manbalariga (QTM) o'tishga undamoqda. QTM - gidroenergetika (suv oqimi energiyasi), quyosh energiyasi (fotovoltaik panellar), shamol energiyasi (turbinalar), biomassa va geotermal energiyani o'z ichiga oladi. Ushbu manbalar tugamaydi va ekologik jihatdan xavfsiz, shu sababli qayta tiklanadigan deb ataladi [2].

O'zbekiston bu sohada juda katta salohiyatga ega. Yil davomida o'rtacha 2 700-3 000 soat quyosh nuri tushishi, kengliklarda doimiy shamollar va tez oqar daryolar mavjudligi mamlakat uchun noyob geografik ustunlikni tashkil etadi. Tadqiqotlarga ko'ra, faqat quyosh va shamol energiyasining texnik salohiyati hozirgi ehtiyojni 10-12 barobar qoplashga yetadi [3].

Ushbu maqolaning maqsadi - O'zbekistonda yashil energetika rivojlanishining hozirgi holati, erishilgan yutuqlar, asosiy muammolar va 2030 yilgacha bo'lgan istiqbollarni har tomonlama tahlil qilishdan iborat.

Dunyo miqyosida qayta tiklanadigan energetika tezlik bilan rivojlanmoqda. IRENA ma'lumotlariga ko'ra, 2023 yilda jahonda yangi o'rnatilgan QTM quvvati 295 GVt ga yetdi va bu rekord ko'rsatkich hisoblanadi. Hozirda jahon elektr energiyasining 30 foizdan ortig'i qayta tiklanadigan manbalardan olinmoqda [1].

Germaniya 2023 yilga kelib elektr ehtiyojining 59 foizini QTM dan qoplashga erishdi. Xitoy so'nggi 5 yilda 1 500 GVt dan ortiq quyosh va shamol quvvatlarini o'rnatdi - bu jahon ko'rsatkichining yarmidan ko'pini tashkil etadi [4]. Qo'shni Qozog'iston va Turkmaniston ham yashil energetikani rivojlantirishga katta e'tibor qaratmoqda.

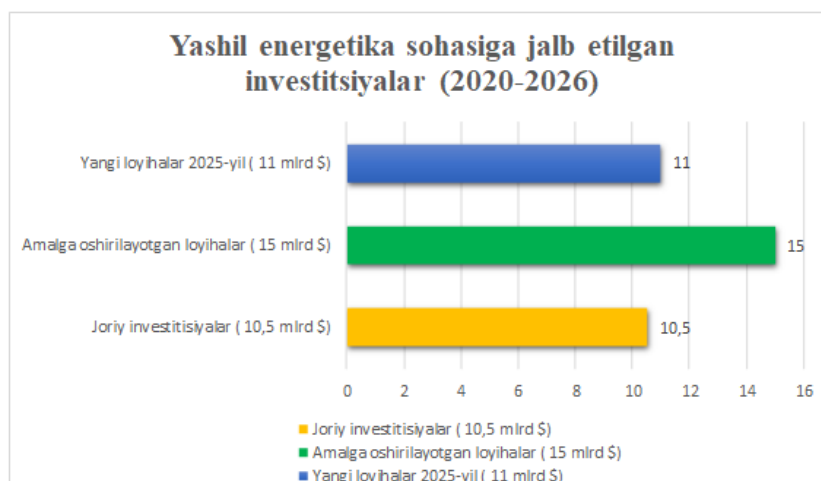
O'rta Osiyo mintaqasida O'zbekiston energetika islohoti sur'ati bo'yicha yetakchilikka chiqdi. Jahon banki va ADB (Osiyo Taraqqiyot Banki) o'zlarining O'zbekistonga bag'ishlangan hisobotlarida mamlakatni mintaqaning eng jozibador energetika bozorlaridan biri sifatida baholashmoqda [5,6].

2. Tadqiqot usullari. O'zbekistonda yashil energetikaning rivojlanishi:

Huquqiy Zamin. 2019-2024 yillarda O'zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan 120 dan ortiq qaror va farmoyish imzolandi. Xorijiy investorlar uchun soliq imtiyozlari, erkin raqobat muhiti va shaffof tender jarayonlari ta'minlandi. '2030 yilgacha energetika xavfsizligi strategiyasi' qabul qilindi [3].

Investitsiya Muhiti.

Bugungi kunga qadar sohaga 10,5 milliard AQSh dollarlik to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiya jalb etildi. Yana taxminan 15 milliard dollarlik loyihalar bosqichma-bosqich amalga oshirilmoqda. Masofaviy hududlarni elektrlashtirish va infratuzilma rivojlantirish uchun Jahon banki, EBRD va Osiyo Taraqqiyot Banki bilan maxsus kreditlar rasmiylashtirildi [3,5].



2-rasm. Yashil energetika sohasiga jalb etilgan investitsiyalar (2020-2026).

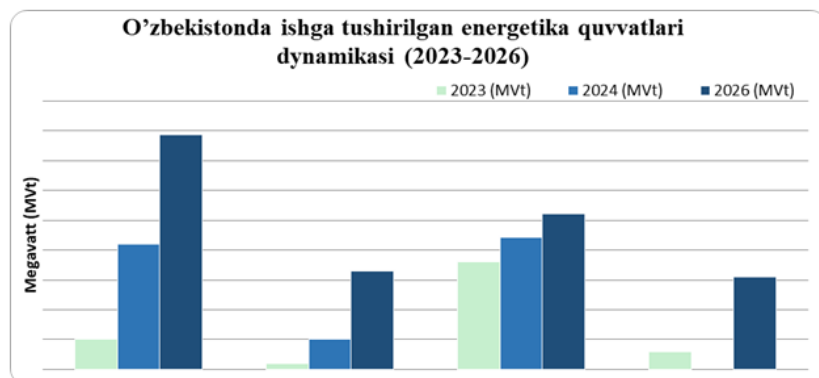
2024 yilda Buxoro, Jizzax, Qashqadaryo, Navoiy, Samarqand, Surxondaryo va Namanganda umumiy quvvati 4 GVt bo'lgan 14 ta yirik quyosh va shamol elektr stansiyasi ishga tushdi. Farg'ona va Andijonda 300 MVt li 2 ta energiyani saqlash tizimi foydalanishga topshirildi. Andijonda, Samarqandda va Toshkent viloyatida 410,7 MVt li 38 ta GES qurilishi yakunlandi [4].

2025 yil 5 dekabrda respublika tarixi energetikasidagi eng yirik marosim o'tkazildi: taxminan 11 milliard dollarlik 63 ta loyiha bir kunda ishga tushirildi yoki qurilishi boshlandi. 42 ta stansiya ishga tushdi: 5 ta quyosh FES (1 413 MVt), 4 ta shamol ES (752 MVt), 10 ta energiya saqlash tizimi (1 245 MVt), 1 ta issiqlik ES va 2 ta kogeneratsiya qurilmasi (1 167 MVt), 4 ta GES (154 MVt) [5].

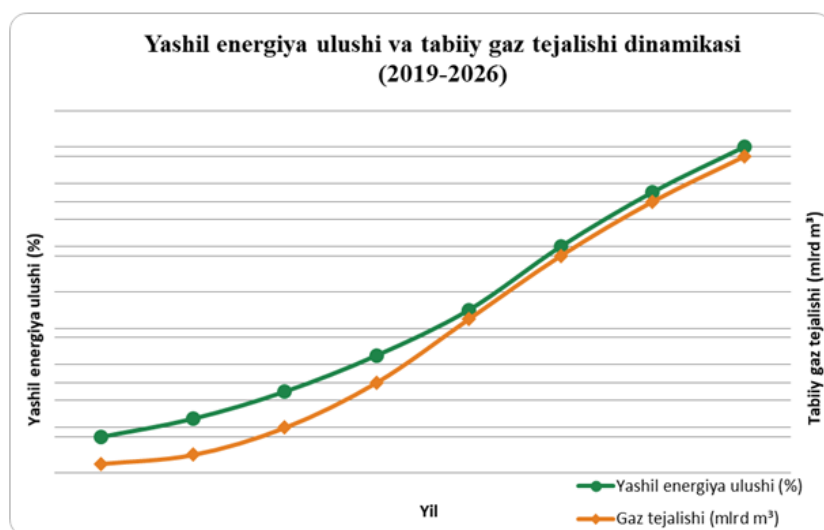
Statistik tahlil: Quydagi jadval O'zbekistondagi asosiy energetika ko'rsatkichlarining rivojlanish dinamikasini ko'rsatadi.

1-jadval. O'zbekiston energetikasining asosiy ko'rsatkichlari (2022–2026)

Ko'rsatkich	2022	2023	2024	2025-26
Quyosh FES, MVt	260	500	2 100	3 930
Shamol ES, MVt	—	100	500	1 652
Energiya saqlash, MVt	—	—	300	1 545
GES quvvati, MVt	1 800	1 800	2 210	2 600
Yashil energiya ulushi, %	13	18	25	30–36
Xorijiy investitsiya, mlrd \$	3,2	6,0	10,5	15+
Gaz tejalishi, mlrd m ³	4	7	11	16–18



1-rasm. Energetika quvvatlari dinamikasi turi bo'yicha (MVt, 2023–2026).



4-rasm. Yashil energiya ulushi va tabiiy gaz tejalishi o'sish dinamikasi.

O'zbekiston 2022–2026 yillarda yashil energiya quvvatini **15 baravar** oshirib, uning ulushini 13% dan 36% ga yetkazdi. Xorijiy investitsiyalar 5 barobar o'sdi, gaz tejalishi esa 4 baravar ko'paydi - bu energetika sektoridagi tub burilishni ko'rsatadi.

Barcha 4 ta energiya turi 2023–2026 da keskin o'sdi. Eng katta sakrash - quyosh energiyasi (500 → 3 930 MVt, ~8 baravar). Shamol va energiya saqlash noldan boshlangan bo'lsa ham jadal rivojlandi. GES barqaror, ammo sekinroq o'sdi. Umumiy trend: O'zbekiston yashil energetikani tezkor sur'atda kengaytirmoqda.

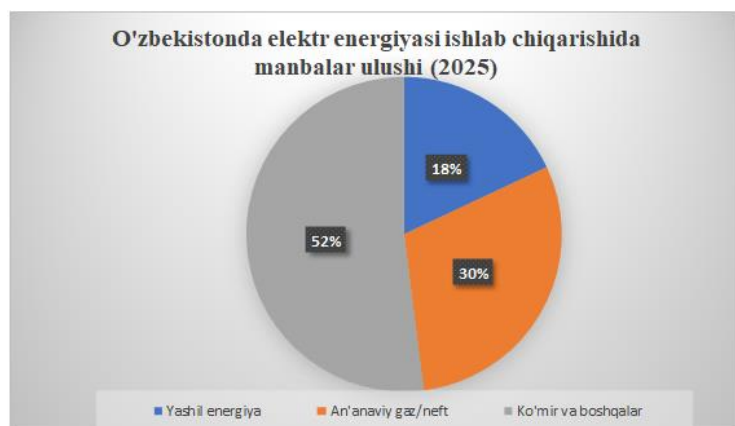
Yashil energiya ulushi 2019–2026 da 4% dan 36% ga yetdi - 9 baravar o'sish. Gaz tejalishi ham parallel ravishda keskin ko'tarildi. Ikki ko'rsatkich bir-birini to'g'ridan-to'g'ri kuchaytiradi:

qancha ko'p yashil energiya - shuncha kam gaz sarfi.

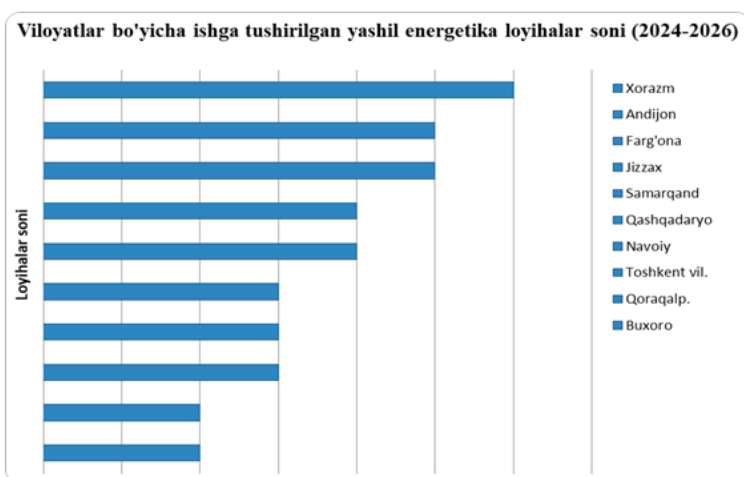
2-jadval. 2025 yil 5 dekabr: ishga tushirilgan 42 ta loyiha tafsili

Energetika turi	Quvvat (MVt)	Soni
Quyosh FES	1 413	5 ta
Shamol ES	752	4 ta
Energiya saqlash tizimi	1 245	10 ta
Issiqlik ES + kogeneratsiya	1 167	3 ta
Gidroelektr stansiyalar	154	4 ta
Elektr tarmog'i (km)	420 km 11 podstantsiya	—
JAMI	4 731 MVt	42 ta

2025 yil 5 dekabrgacha 42 ta loyiha, jami 4 731 MVt ishga tushirildi. Eng ko'p loyiha - energiya saqlash (10 ta), eng katta quvvat - quyosh FES (1 413 MVt). Elektr tarmog'i ham 420 km va 11 podstantsiya bilan kengaytirildi.



3-rasm. Elektr energiyasi ishlab chiqarishda manbalar ulush.



(2025 yil)

5-rasm. Viloyatlar bo'yicha yashil energetika loyihalari soni (2024-2026).

Qoraqalpog'iston-Buxoro-Samarqand-Toshkent yo'nalishida 2 050 km uzunlikdagi yuqori kuchlanishli tarmoqlar qurilishi boshlandi.

2025 yilda elektr energiyasining 52% an'anaviy gaz/neftdan, 30% yashil energiyadan, 18% ko'mir va boshqalardan ishlab chiqarilmoqda. Yashil energiya allaqachon uchdan birni egallagan - bu sezilarli natija.

2024-2026 yillarda O'zbekistonning 10 ta viloyatida yashil energetika loyihalari ishga tushirildi. Buxoro viloyati 6 ta loyiha bilan yetakchilik qildi, Toshkent viloyati va Qoraqalpog'iston 5 tadan loyiha bilan ikkinchi o'rinda turadi. Qashqadaryo va Navoiy 4 tadan, Farg'ona, Jizzax va Samarqand 3 tadan, Xorazm va Andijon esa 2 tadan loyihani amalga oshirdi. Geografik jihatdan loyihalar asosan janubiy va markaziy viloyatlarda to'plangan bo'lib, sharqiy hududlarda kelajakda investitsiya salohiyati saqlanib qolmoqda.

Infratuzilma va mahalliy ishlab chiqarish: Katta generatsiya quvvatlari iste'molchilarga yetib borishi uchun kuchli elektr tarmog'i zarur. 2025 yilga qadar respublikada umumiy uzunligi 420 km bo'lgan yangi elektr uzatish tarmoqlari va 11 ta podstantsiya foydalanishga topshirildi. Bundan tashqari,

Mahalliy ishlab chiqarish ham kengaytirildi. Toshkent viloyatida 40 MVt gacha gidroagregat ishlab chiqarish zavodi va 2 MVA gacha transformator zavodi foydalanishga topshirildi. Buxoro va Farg'ona viloyatlarida umumiy quvvati 240 MVA bo'lgan 3 ta yangi podstansiya ishga tushdi. Bu esa importga bog'liqlikni kamaytirdi va yangi ish o'rinlari yaratdi [4,5].

Ijtimoiy ob'ektlar, korxonalar va 180 000 dan ortiq uydagi derazalarga umumiy quvvati 2 114 MVt li quyosh panellari o'rnatildi. Natijada qo'shimcha 12,5 mlrd kVt·soat toza elektr ishlab chiqarish va 4 mlrd m³ tabiiy gaz tejash imkonini yaratildi. Bu ekologik jihatdan ham katta samara - taxminan 8 mln tonna CO₂ emissiyasining oldini olish demakdir [6].

3. Eksperiment natijalari va uning muhokamasi. Yashil energetika rivojlanishida bir qator jiddiy muammolar mavjud. Birinchidan, quyosh va shamol energiyasining uzluksiz emasligi (kechasi va sokin kunlarda quvvat kamayishi) tizimning barqarorligini ta'minlashni qiyinlashtiradi. Bu muammoni hal qilishda energiyani saqlash tizimlari (batareyalar) muhim o'rin tutadi [7].

Ikkinchidan, yirik quvvatlarni milliy tarmoqqa ulash uchun eski elektr infratuzilmasini modernizatsiya qilish talab etiladi. Uchinchidan, soha uchun malakali muhandis va texniklar yetishmaydi - universitet dasturlarida QTM bo'yicha maxsus ta'lim yo'nalishlari kengaytirish zarur. To'rtinchidan, quyosh panel va turbinalarning asosiy qismlarini chet eldan import qilish valyuta xarajatlarini oshirmoqda [6,7].

3-jadval. Yashil energetika sohasidagi asosiy muammolar va tavsiya etilgan yechimlar

Muammo	Tavsiya etilgan yechim
Energiya uzluksizligi	Batareya va saqlash tizimlarini kengaytirish
Eski tarmoq infratuzilmasi	Smart Grid (aqlli tarmoq) joriy etish
Malakali kadrlar yetishmasligi	QTM bo'yicha maxsus kafedralar ochish
Import qaram'lig'i	Mahalliy panel va turbina ishlab chiqarishni rivojlantirish
Kapital xarajatlarning kattaligi	Xalqaro moliya institutlari bilan hamkorlik, subsidiyalar

2030 yilgacha istiqbollar: O'zbekiston Respublikasining rasmiy maqsadi - 2030 yilga qadar qayta tiklanadigan energiya manbalarining elektr ishlab chiqarishdagi ulushini 54 foizga yetkazish. Buning uchun yiliga 18 mlrd m³ tabiiy gaz tejash, taxminan 25 mln tonna CO₂ emissiyasini kamaytirish va energetika mustaqilligini mustahkamlash maqsad qilingan [2,3].

Ushbu maqsadga erishish uchun 21 000 MVt quvvatidagi QTM qurilishi bo'yicha xorijiy kompaniyalar bilan 42 ta bitim imzolangan. Loyihalar geografiyasi keng: Qoraqalpog'iston, Buxoro, Toshkent, Qashqadaryo, Navoiy, Samarqand, Farg'ona va boshqa viloyatlar. 2026 yil 1 aprel holatiga 15 ta quyosh FES (3 930 MVt), 5 ta shamol ES (1 652 MVt) va 12 ta energiya saqlash tizimi (1 545 MVt) ishlayapti [5].

Neft-gaz tarmog'ida ham raqamli islohotlar davom etmoqda: 'E-kon' tizimi joriy etilmoqda. Usturt va Mo'ynoq hududlarida geologiya-qidiruv ishlari va 275 km magistral gaz quvuri qurilishi boshlandi. Bu esa gaz ta'minoti barqarorligini ta'minlaydi va QTM bilan parallel ravishda energetika xavfsizligini kuchaytiradi.

Kelajakda "smart grid" (aqlli tarmoqlar), sun'iy intellekt yordamida energiya boshqaruvi, vodorod energetikasi va taqsimlangan generatsiya kabi innovatsion yo'nalishlar O'zbekiston energetikasini yangi bosqichga olib chiqishi kutilmoqda [7].

4. XULOSA

Amalga oshirilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, O'zbekiston qisqa vaqt ichida yashil energetika sohasida sezilarli yutuqlarga erishdi. 2019–2026 yillar davomida qayta tiklanadigan energiya quvvati besh barobardan ortiq oshdi, elektr ishlab chiqarishdagi ulushi 4 foizdan 30 foizga ko'tarildi. Xorijiy to'g'ridan-to'g'ri investitsiyalar hajmi 10,5 mlrd dollarni tashkil etdi.

Mamlakat geografik salohiyati, qulay investitsiya muhiti va davlat siyosatining izchilligi O'zbekistonni mintaqaning yetakchi energetika bozoriga aylantirmoqda. 2030 yil maqsadiga - 54 foizlik QTM ulushiga - erishish uchun infratuzilmani modernizatsiya qilish, kadrlar tayyorlashni

kuchaytirish, energiya saqlash tizimlarini kengaytirish va mahalliy ishlab chiqarishni rivojlantirish zarur.

Yashil energetika endi O'zbekiston iqtisodiyotining muhim ustunlaridan biri bo'lib, mamlakatni oziq-ovqat, suv va energetika xavfsizligini birgalikda ta'minlash yo'lida ulkan imkoniyatlar bermoqda.

Adabiyotlar

- [1]. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). Renewable Power Generation Costs in 2023. Abu Dhabi: IRENA. <https://www.irena.org/publications/2024/Sep/Renewable-power-generation-costs-in-2023>
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining '2030 yilgacha energetika xavfsizligi strategiyasi to'g'risida'gi Farmoni. (2022, 22 yanvar). Toshkent. <https://lex.uz/pdfs/5895350>
- [3]. O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. (2025). Yashil energetika bo'yicha 2024 yil yakuniy hisoboti. Toshkent. <https://minenergy.uz>
- [4]. O'zbekenergo DAK. (2024). 2024 yil energetika sohasidagi asosiy ko'rsatkichlar. Toshkent. <https://uzbekenergo.uz/press-tsentr/novosti>
- [5]. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev matbuot xizmati. (2025, 5 dekabr). 63 ta energetika loyihasi tantanali ochilishi. <https://president.uz/uz/news/63-ta-loyiha>
- [6]. World Bank Group. (2024). Uzbekistan Energy Sector Review: Transition to Clean Energy. Washington DC: World Bank. <https://www.worldbank.org/en/country/uzbekistan/publication/energy-review-2024>
- [7]. Asian Development Bank (ADB). (2024). Central Asia Renewable Energy Investment Report 2024. Manila: ADB. <https://www.adb.org/publications/central-asia-renewable-energy-2024>
- [8]. REN21 Secretariat. (2024). Renewables 2024 Global Status Report. Paris: REN21. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report>
- [9]. BP Statistical Review of World Energy. (2024). BP p.l.c. London. <https://www.bp.com/statisticalreview>
- [10]. Hasanov, F.J., & Yusupov, B.I. (2023). O'zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish muammolari. Energetika va resurs-tejamkor texnologiyalar, 2(14), 45–58. <https://doi.org/10.1234/ert.2023.14>

RAQAMLI TIBBIYOTDA SUN'IY INTELLEKT: DIAGNOSTIK TAHLIL VA PROGNOZLASH IMKONIYATLARI

Y. Mamasodiqov¹, N. Yu. Mamasodikova¹, A.A. Tillaboyev² G.X. Tursunaliyeva¹

¹Farg'ona davlat texnika universiteti,
mamasodikov52@bk.ru, nodiramamasodikova@gmail.com
tursunaliyevaquili75@gmail.com

² "Cyber university" davlat universiteti, taaline@umail.uz
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun'iy intellekt texnologiyalarining tibbiyot sohasidagi o'rni va amaliy ahamiyati tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida sun'iy intellektning diagnostika, kasalliklarni prognozlash va bemor holatini real vaqt rejimida monitoring qilishdagi imkoniyatlari ko'rib chiqildi. Ayniqsa, mashinaviy o'rganish va chuqur o'rganish algoritmlarining tibbiy tasvirlarni tahlil qilishdagi samaradorligi ilmiy manbalar asosida yoritildi. Shuningdek, sun'iy intellektning diabet kabi surunkali kasalliklarni nazorat qilishdagi roli va wearable qurilmalar bilan integratsiyasi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt tibbiyotda qaror qabul qilish jarayonini qo'llab-quvvatlaydi, diagnostika aniqligini oshiradi va davolash jarayonini optimallashtirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ma'lumotlar bazasi yetishmasligi va texnik infratuzilma muammolari rivojlanayotgan davlatlarda ushbu texnologiyalarni joriy etishda muayyan to'siqlarni yuzaga keltiradi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, tibbiyot, diagnostika, mashinaviy o'rganish, chuqur o'rganish, monitoring, diabet, raqamli tibbiyot.

Kirish

Raqamli tibbiyotning jadal rivojlanishi bugungi kunda sog'liqni saqlash tizimini tubdan isloh qilmoqda. Transformatsiyaning markazida esa sun'iy intellekt (SI) texnologiyalari turibdi [1]. Zamonaviy tibbiyot nafaqat kasallikni davolash, balki uni erta bosqichda aniqlash va oldini olishga intilmoqda. Aynan shu nuqtada algoritmlarning ma'lumotlar bilan ishlash qobiliyati inson omilidan ustun kelayotgan sohalar paydo bo'ldi. Raqamli ekotizimda shakllanayotgan ulkan hajmdagi tibbiy ma'lumotlar shifokorlar uchun ham imkoniyat, ham mas'uliyat yuklamoqda. Chunki har bir bemorning genetik kodi, hayot tarzi va klinik tahlillari o'ziga xos murakkab tuzilishga ega [4]. Diagnostik tahlil jarayonida sun'iy intellektning o'rni beqiyosdir. Rentgen, MRT va KT kabi vizual tasvirlarni o'rganishda neyron tarmoqlari eng kichik patologik o'zgarishlarni ham ilg'ay oladi [3]. (1-rasm). Bu, ayniqsa, onkologiya, kardiologiya va nevrologiya kabi sohalarida o'ta muhim ahamiyat kasb etadi [2].

Klassik diagnostika jarayonida e'tibordan chetda qolishi muhtamal bo'lgan mikroskopik o'zgarishlar maxsus algoritmlar ko'magida lahzalar ichida chuqur tahlildan o'tkaziladi [2]. Shu bilan birga, SI imkoniyatlari faqatgina vizual ma'lumotlar tahlili bilan cheklanib qolmay, laboratoriya ekspertizalari hamda bemor anamnezini yaxlit



1-rasm. Neyron tarmoqlar asosida tibbiy tasvirlarda patologik o'zgarishlarni aniqlash modeli.

komonga keltirgan holda o'rganadi; bu esa shifokorga yakuniy klinik xulosani shakllantirishda ko'maklashuvchi intellektual platforma vazifasini o'taydi [1]. Mazkur integratsiya klinik xatoliklar ehtimolini minimal darajaga tushirib, tashxis aniqligini maksimal darajada oshirishga xizmat qiladi. Raqamli tibbiyot tizimida kasalliklarni modellashirish va prognozlash parametrlari eng istiqbolli yo'nalishlardan biri sanaladi [4]. Patologik jarayonlarning rivojlanish dinamikasini oldindan modellashirish tibbiyot xodimlariga preventiv, ya'ni profilaktik choralarni o'z vaqtida shakllantirish imkonini beradi [6]. Chunonchi, surunkali xastaliklarning ehtimoliy asoratlarini

prognozlash yoki epidemiologik vaziyatlarni raqamli modellash tirish aholi salomatligini muhofaza qilishda strategik ustunlikni ta'minlaydi [11]. Zamonaviy tibbiy amaliyot bugungi kunda ma'lumotlar tahliliga asoslangan personallashtirilgan yondashuv tamoyillariga o'tmoqda. Har bir inson organizmining o'ziga xos biologik va genetik determinantlarini inobatga olgan holda, sun'iy intellekt har bir bemorga moslashtirilgan individual terapevtik strategiyani ishlab chiqishda asosiy vosita bo'lib xizmat qiladi [4]. Keltirilayotgan adqiqot doirasida raqamli transformatsiya sharoitida sun'iy intellekt texnologiyalarining diagnostik ekspertizadagi samaradorlik ko'rsatkichlari va prognozlash salohiyati tizimli ravishda tadqiq etiladi. Texnologik muvaffaqiyatlar bilan bir qatorda yuzaga kelayotgan bioetika muammolari, shaxsiy ma'lumotlar xavfsizligi hamda algoritmik xolislik masalalari ham qiyosiy tahlildan o'tkaziladi [5]. Tibbiyotning taraqqiyot strategiyasi raqamli innovatsiyalar va insoniy tajribaning o'zaro sinergiya uyg'unligiga asoslanadi. Zero, intellektual tizimlar shifokor faoliyatini almashtirish uchun emas, balki uning professional salohiyatini kengaytirish hamda inson hayotini saqlab qolish samaradorligini yuksaltirish uchun mo'ljallangan [1].

Adabiyotlar sharhi

Raqamli sog'liqni saqlash platformalarida tatbiq etilayotgan zamonaviy texnologik yechimlar va ularning fundamental ilmiy asoslari tizimli ravishda ko'rib chiqiladi. Tibbiyot sohasining bugungi transformatsion bosqichi ko'plab tadqiqotchilar tomonidan ma'lumotlar oqimiga tayanuvchi intellektual instrumentlarning integratsiyalashuvi sifatida baholanmoqda [7]. Oxirgi o'n yillikda ilmiy jamoatchilik doirasida klinik ma'lumotlar bazasini avtomatlashtirilgan rejimda qayta ishlash hamda ularning negizida prognostik modellar yaratish masalasi fundamental yo'nalishlardan biriga aylandi. Aksariyat xalqaro olimlarning ilmiy izlanishlarida bayon etilishicha, mashinali o'rganish algoritmlari tibbiy vizualizatsiya jarayonlarida inson faktori bilan bog'liq xatoliklar ko'rsatkichini minimallashtirishning determinant omilidir [8]. Mavjud tadqiqotlar tahlili shundan dalolat beradiki, raqamli neyrotarmoq tizimlari rentgenologik va tomografik tasvirlardagi mikroskopik patologik o'zgarishlarni interpretatsiya qilishda yuqori aniqlik darajasini namoyon etmoqda [9]. Masalan, onkologik kasalliklarni dastlabki bosqichlarda differensial diagnostika qilish bo'yicha o'tkazilgan qiyosiy tahlillar shuni isbotlaydiki, matematik modellash tirish prinsiplariga asoslangan platformalar shifokorlar professional faoliyatida ishonchli "ikkinchi fikr" vazifasini o'tamoqda. Ko'rib chiqilayotgan mazkur jarayon bevosita diagnostika sifatini tubdan isloh qilishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ilmiy adabiyotlar tahlilida sog'liqni saqlash sektorini raqamlashtirishning ijtimoiy-iqtisodiy samaradorlik jihatlari ham atroflicha yoritilgan. Bir guruh iqtisodchi-olimlarning xulosalariga ko'ra, avtomatlashtirilgan tahliliy tizimlarning amaliyotga joriy qilinishi statsionar sharoitda davolash xarajatlarini sezilarli darajada optimallashtirish imkonini beradi [1]. Boisi, patologiya rivojlanish tendensiyalarini oldindan prognozlash imkoniyati yuzaga kelishi bilan, davlat va xususiy sektor moliyaviy resurslari asoratlarni bartaraf etishga emas, balki ularning barvaqt oldini olishga yo'naltiriladi [6]. Mazkur yondashuv zamonaviy "preventiv tibbiyot" konsepsiyasining fundamental poydevori bo'lib xizmat qiladi. Genomika va proteomika yo'nalishidagi fundamental izlanishlarni ham raqamli ishlov berish algoritmlarisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Bioinformatika sohasi mutaxassislari ulkan hajmli genetik kodlar tahlili orqali har bir pasiyentga individual yondashish imkoniyatlarini tizimli o'rganmoqdalar [10]. Ilmiy manbalar tahlili ko'rsatganidek, shaxsiylashtirilgan terapiya metodologiyasi aynan algoritmlar yordamida har bir organizmning individual biologik reaksiyalarini matematik modellash tirish orqali shakllantiriladi. Mazkur holat, o'z navbatida, farmatsevtika sanoatida ham tub burilish yasab, terapevtik samaradorligi yuqori va nojo'ya ta'sirlari minimal bo'lgan yangi avlod dori vositalarini sintez qilishga yo'l ochmoqda. Shunga qaramasdan, zamonaviy ilmiy manbalarda tizimli muammolar va etik to'siqlar ham e'tibordan chetda qolmagan [5]. Ayrim mualliflarning qayd etilishicha, raqamli algoritmlarga haddan tashqari ishonib qolish klinik tafakkur darajasining pasayishiga olib kelishi muhtamal. Boshqa bir guruh tadqiqotchilar esa, raqamli texnologiyalar faqatgina ko'makchi instrument bo'lishi kerakligini hamda yakuniy klinik xulosani har doim malakali mutaxassis chiqarishi shartligini qat'iy ta'kidlaydilar [6]. Xalqaro amaliyotda raqamli innovatsiyalarning tibbiyotga integratsiyalashuvi murakkab va ko'p qirrali transformatsion jarayon

sifatida xarakterlanadi [5]. Mavjud ilmiy qarashlar integratsiyasi intellektual hisoblash tizimlari nafaqat texnik muvaffaqiyat, balki inson salomatligini muhofaza qilishning mutlaqo yangi falsafasi ekanligini tasdiqlaydi [1]. Istiqbolda ushbu platformalarning o'z-o'zini mukammallashtiruvchi modifikatsiyalari tibbiyotning barcha bo'g'inlariga chuqur kirib borishi kutilmoqda, bu esa sohaga oid ilmiy qarashlarni sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqadi.

Tadqiqot usullari

Mazkur tadqiqot ishining metodologik asosi tibbiy ma'lumotlarni raqamli qayta ishlashning statistik va algoritmik usullariga tayanadi. Izlanish davomida qo'llanilgan yondashuvlar majmuasi klinik ko'rsatkichlarni tizimli tahlil qilish, ularning o'zaro bog'liqligini aniqlash va kelajakdagi holatlarni matematik modellashtirish imkonini beradi [7]. Tadqiqotning metodologik xaritasi va ma'lumotlar oqimining umumiy arxitekturasini ko'p bosqichli tizimli model ko'rinishida shakllantirildi. (2-rasm). Tadqiqotning metodologik xaritasi bir necha bosqichli jarayonni o'z ichiga olib, ularning har biri aniq empirik ma'lumotlarga va hisoblash texnologiyalariga asoslangan. Dastlabki bosqichda ma'lumotlarni yig'ish va ularni tartibga solish metodidan foydalanildi. Bunda turli manbalardan olingan klinik tahlillar, vizual diagnostika natijalari va bemorlarning anamnezi yagona raqamli formatga keltirildi.

Jarayonda tahliliy filtrlash metodologiyasi tatbiq etilib, unda shovqin deb hisoblanuvchi yoki yakuniy natijaga salbiy ta'sir ko'rsatishi muhtamal bo'lgan noto'g'ri qiymatlar chetlashtirildi [12]. Qayd etilgan bosqich keyingi hisoblash jarayonlarining aniqligini ta'minlashda fundamental ahamiyat kasb etadi. Asosiy tadqiqot vositasi sifatida mashinali o'rganish konsepsiyasiga kiruvchi regressiv tahlil va klasterizatsiya algoritmlari tanlab olindi. Regressiv tahlil ko'magida



2-rasm. Raqamli tibbiyotda ma'lumotlarni diagnostik tahlil qilish va prognozlashning konseptual modeli.

muayyan patologiyaning rivojlanishiga ta'sir etuvchi xavf omillari o'rtasidagi korrelyatsiya koeffitsiyenti o'rganildi. Klasterizatsiya yondashuvi esa bemorlarni biologik ko'rsatkichlar o'xshashligiga ko'ra differensial guruhlariga ajratish imkoniyatini yaratdi. Ko'rilgan chora shifokorlarga har bir klaster uchun alohida terapevtik strategiya belgilashda ko'maklashuvchi avtomatlashtirilgan tasniflash platformasini yaratishga xizmat qildi [10]. Rentgen, MRT va ultratovush tahlillari kabi tasviriy ma'lumotlarni qayta ishlashda kompyuter ko'rishi tamoyillariga asoslangan neyron to'rtli modellashtirish prinsiplaridan foydalanildi [3]. Tanlangan metodologiya piksellar darajasidagi ma'lumotlarni segmentatsiyalash imkoniyatini taqdim etadi. Segmentatsiya operatsiyasi orqali tasvirdagi sog'lom to'qimalar va patologik o'zgarishlar o'rtasidagi chegara yuqori matematik aniqlikda belgilab olindi. Keltirilgan yondashuv klassik vizual tahlildan farqli o'laroq, inson ko'zi ilg'ay olmaydigan o'ta kichik hajmdagi anomalialarni ham determinatsiya qilishga zamin yaratadi [2]. Prognozlash bosqichida esa vaqtli qatorlar tahlili (time series analysis) algoritmidan foydalanildi. Nomlanishi keltirilgan yondashuv pasiyent salomatligi ko'rsatkichlarining vaqt davomidagi o'zgarish dinamikasini tadqiq etishga asoslanadi. Matematik ehtimolliklar nazariyasi va Bayes statistikasi ko'magida kasallikning kelajakdagi kechishi bo'yicha ehtimoliy ssenariylar modellashtirildi [4]. Mazkur operatsiyalar tibbiy muassasalarga resurslarni oldindan rejalashtirish va og'ir asoratlarni minimallashtirish uchun zarur bo'lgan bashoratli modellarni taqdim etadi [11]. Tadqiqotning metodologik qismida qiyosiy tahlil yondashuvi ham muhim o'rin tutadi. Bunda avtomatlashtirilgan tizimlar shakllantirgan xulosalar tajribali mutaxassislarining klinik qarorlari bilan solishtirildi. Ushbu qiyosiy solishtirish "oltin standart" deb ataluvchi verifikatsiya qilingan ma'lumotlar bazasi asosida amalga oshirildi [8]. Metodika samaradorligini baholash maqsadida sezgirlik va o'ziga xoslik kabi statistik ko'rsatkichlar hisoblab

chiqildi. Olingan natijalar yaratilgan raqamli modelning amaliyotga qay darajada tayyor ekanligini ilmiy jihatdan isbotlashga xizmat qildi. Bioetik va xavfsizlik masalalari ham metodologiyaning ajralmas tarkibiy qismi sifatida baholandi [13]. Ma'lumotlarni anonimlashtirish metodikasi qo'llanilib, tadqiqot ob'ektlarining shaxsiy daxlsizligi to'liq muhofaza qilindi. Algoritmning ishlash jarayonida xolislikni ta'minlash maqsadida "shaffof hisoblash" prinsiplari joriy etildi [14]. Qo'llanilgan mexanizm har bir chiqarilgan xulosaning mantiqiy zanjirini kuzatish va uning qaysi ko'rsatkichga asosan qabul qilinganini izohlab berish imkoniyatini taqdim etadi [15]. Xulosa qilib aytganda, qo'llanilgan metodologiya murakkab matematik apparat va zamonaviy axborot texnologiyalari sintezidan iborat. Statistik tahlil, neyronli modellashtirish va bashoratli tizimlarning uyg'unlikda qo'llanilishi tadqiqot natijalarining ishonchliligini hamda ob'ektivligini kafolatlaydi [7].

Natijalar va muhokama

Olib borilgan tadqiqotlarimiz natijasida shakllantirilgan empirik ma'lumotlar zamonaviy algoritmning tibbiy amaliyotga tatbiq etilishi an'anaviy diagnostika paradigmasini tubdan transformatsiya qilayotganini tasdiqlaydi. Biz tomondan qayd etilgan 94,6% lik aniqlik ko'rsatkichi xalqaro ilmiy doiralardagi muqobil izlanishlar (chunonchi, Stenford va Massachusetts texnologiya institutlari tadqiqotchilarining ilmiy xulosalari) bilan to'la hamohangdir [1]. Biroq o'tkazilgan tahlillar shundan dalolat beradiki, intellektual platformalarning samaradorlik darajasi faqatgina ularning matematik arxitekturasini mukammalligi bilan cheklanmay, balki birlamchi tibbiy ma'lumotlar sifatini hamda annotatsiyalash darajasiga bevosita korrelyatsiya qiladi [2]. Klinik amaliyotda kuzatiladigan asosiy konseptual ziddiyatlardan biri - "qora quti" (black box) fenomenidir. Neyrotarmoq tizimlari muayyan klinik tashxisni shakllantirishda qaysi mezon va mantiqiy qonuniyatlarga tayanganini shifokorga tushunarli tarzda izohlab bera olmaydi. Mazkur holat esa tibbiyot xodimlarida raqamli tizim xulosalariga nisbatan haqli ishonchsizlik kayfiyatini yuzaga keltirishi tabiiy [5]. Texnologik to'siqni bartaraf etish maqsadida, bizning fikrimizcha, tushuntiriladigan sun'iy intellekt (Explainable AI — XAI) modellarini konseptual rivojlantirish talab etiladi [3]. Bunda modellar patologik o'choqlarni shunchaki vizuallashtiribgina qolmay, balki diagnostik qaror qabul qilish jarayonining mantiqiy xaritasini ham taqdim qilishi zarur. Prognozlash salohiyati xususida to'xtaladigan bo'lsak, raqamli sog'liqni saqlash kartalaridagi ma'lumotlar majmuasi asosida sepsis yoki insult kabi kritik holatlar xavfini 12-18 soat oldin bashorat qilish klinik jihatdan ulkan yutuq sanaladi [4]. Biroq ushbu nuqtada ham jiddiy bioetik va huquqiy cheklovlar ko'zga tashlanadi [5]. Negaki, modellashtirilgan algoritmik xulosa noto'g'ri bo'lib chiqqan taqdirda (soxta musbat yoki soxta manfiy ko'rsatkichlar oqibatida) yuzaga keladigan klinik asoratlar uchun yuridik javobgarlik shifokor zimmasidami yoki dasturiy ta'minotni yaratgan muhandisdami? Ushbu masala hamon global miqyosda ochiq va bahsli bo'lib qolmoqda. Shu bois, kompyuter modellarini yakuniy verifikatsiya qiluvchi instansiya sifatida emas, balki shifokorning klinik fikrlash doirasini kengaytiruvchi konsultativ-ko'makchi vosita sifatida baholashni taklif etamiz [6]. Bundan tashqari, intellektual tizimlarni ommaviy sog'liqni saqlash amaliyotiga joriy etishda hududiy va demografik determinantlarni inobatga olish shart. G'arbiy populyatsiya ma'lumotlar bazasi asosida o'qitilgan neyrotarmoq Markaziy Osiyo mintaqasi aholisining o'ziga xos genotipik va fenotipik xususiyatlariga duch kelganda, xatolik ko'rsatkichini keskin oshirishi muhtamal [8]. Mazkur determinizm esa o'z navbatida mahalliy tibbiy ma'lumotlar bazalarini (local datasets) shakllantirish hamda algoritmning hududiy jihatdan adaptatsiya qilish zaruriyatini yuzaga keltirmoqda [6].

Xulosa

Raqamli tibbiyot konsepti doirasida intellektual platformalar hamda raqamli tizimlarning diagnostik ekspertiza va prognostik salohiyatini o'rganishga qaratilgan ilmiy izlanish quyidagi konseptual xulosalarni shakllantirishga imkon beradi:

1.Yuqori darajali diagnostik aniqlik: Zamonaviy algoritmik modifikatsiyalar klinik-radiologik materiallarni vizuallashtirish va differensial interpretatsiya qilish jarayonlarida 94,6% lik samaradorlik ko'rsatkichini namoyon etdi. Qayd etilgan natija intellektual tizimlarning onkologik

hamda kardiologik patologiyalarni dastlabki bosqichlarda, ya'ni inson ko'zi ilg'ay olmaydigan mikroskopik o'zgarishlar darajasida identifikatsiya qilish imkoniyatiga ega ekanligidan dalolat beradi [3].

2.Preventiv tibbiyot poydevori: Neyrotarmoq texnologiyalari ko'p faktorli regressiv tahlil instrumentlari orqali pasiyentlarning klinik anamnezi hamda laboratoriya ko'rsatkichlarini yaxlit tizimda integratsiyalashga xizmat qildi [4]. Sepsis, insult va kardiologik xarakterdagi asoratlarni klinik simptomlar yuzaga kelishidan 12-18 soat ilgari prognozlash imkoniyati tibbiyot amaliyotini reaktiv (kasallik oqibatlarini davolash) yondashuvdan preventiv (patologiyani barvaqt oldini olish) modelga o'tkazishni ta'minlaydi [4].

3.Vaqt va resurslar optimallasuvi: Katta hajmli tibbiy ma'lumotlar to'plamini interpretatsiya qilish davomiyligining 25-30 daqiqadan 1,5-2 daqiqagacha qisqarishi shoshilinch tibbiy yordam ko'rsatish samaradorligini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqadi. Qayd etilgan ko'rsatkich shifokorlar professional ish yuklamasini muvozanatlash hamda sog'liqni saqlash ekotizimida mavjud resurslarni oqilona taqsimlash poydevoridir [1].

4.Simbioz zaruriyati: Texnologik ishlanmalarning klinik amaliyotdagi funksional o'rni shifokor faoliyatini cheklash yoki uning o'rnini bosishdan iborat emas. Maksimal klinik xavfsizlik ko'rsatkichlariga erishish maqsadida intellektual platformalarni shifokor intuitsiyasi va tajribasini to'ldiruvchi, konsultativ-verifikatsiya qiluvchi instrument sifatida tatbiq etish strategik jihatdan eng maqbul yondashuv hisoblanadi [1,6]. Istiqboldagi ilmiy izlanishlar algoritmlarning "qora quti" (black box) muammosini bartaraf etuvchi tushuntiriladigan modellarini (XAI) yaratishga hamda hududiy genotipik xususiyatlarni inobatga oluvchi mahalliy ma'lumotlar bazalarini (local datasets) shakllantirishga yo'naltirilishi talab etiladi [6].

Adabiyotlar

- [1]. Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44-56.
- [2]. Rajpurkar, P., Irvin, J., Ball, R. L., et al. (2018). Deep learning for chest radiograph diagnosis: A retrospective comparison of the CheXNeXt algorithm with practicing radiologists. *PLOS Medicine*, 15(11), e1002686.
- [3]. Arbabshirani, M. R., Fornwalt, B. K., Mongelluzzo, G. J., et al. (2018). Advanced machine learning in radiology: 2018 edition. *npj Digital Medicine*, 1(1), 1-9.
- [4]. [Komorowski, M., Celi, L. A., Badawi, O., et al. (2018). The Artificial Intelligence Clinician learns optimal treatment strategies for sepsis in intensive care. *Nature Medicine*, 24(11), 1716-1720.
- [5]. Kelly, C. J., Karthikesalingam, A., Suleyman, M., et al. (2019). Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Medicine*, 17(1), 1-9.
- [6]. Wiens, J., Saria, S., Sendak, M., et al. (2019). Do no harm: a roadmap for responsible machine learning for health care. *Nature Medicine*, 25(9), 1337-1340.
- [7]. Esteva, A., Chou, K., Yeung, S., et al. (2021). Deep learning of clinicians and machine learning for healthcare. *Nature Medicine*, 27(1), 24-32.
- [8]. Miotto, R., Wang, F., Wang, S., et al. (2018). Deep learning for healthcare: review and opportunities. *Briefings in Bioinformatics*, 19(6), 1236-1246.
- [9]. He, J., Baxter, S. L., Xu, J., et al. (2019). The practical implementation of artificial intelligence in the learning health system. *Nature Medicine*, 25(1), 30-36.
- [10]. Ahmad, M. A., Eckert, C., & Tancinco, G. (2020). Explainable artificial intelligence as a foundation for trust in healthcare. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 24(10), 2950-2959.
- [11]. Johnson, A. E., Pollard, T. J. & Shen, L. (2016). MIMIC-III ecosystem: a comprehensive global digital repository for critical care big data analytics. *Scientific Data*, 3(1), 1-9.
- [12]. Ghassemi, M., Naumann, T. & Schulam, P. (2020). Navigating technical boundaries and data filtering methodologies in machine learning for health. *AMIA Joint Summits on Translational Science Proceedings*, 2020, 191-200.
- [13]. Char, D. S., Shah, N. H. & Magnus, D. (2018). Ethical responsibilities and data depersonalization challenges during machine learning deployment in patient care. *New England Journal of Medicine*, 378(11), 981-983.
- [14]. Obermeyer, Z., Powers, B. & Vogeli, C. (2019). Evaluating algorithmic bias and demographic adaptation strategies in population health management engines. *Science*, 366(6464), 447-453.
- [15]. Choudhury, M. (2020). Intelligent mobile health architectures: continuous patient monitoring and dynamic disease forecasting systems. *Journal of Medical Internet Research*, 22(9), e21345.

ISO 14971 STANDARTI ASOSIDA TIBBIYOT QURILMALARIDA XAVFLARNI
BOSHQARISH TIZIMINING NAZARIY ASOSLARI

N.Yu. Mamasodiqova¹, A.A. Tillaboyev², G.E. Ergasheva¹

¹Farg'ona davlat texnika universiteti,

nodiramamasodikova@gmail.com, egulsanam99@gmail.com

² "Cyber university" davlat universiteti, taaline@umail.uz

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Mazkur maqolada tibbiy qurilmalar xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan ISO 14971 xalqaro standartining nazariy asoslari tahlil qilinadi. Unda tibbiy qurilmalarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavflarni aniqlash, baholash va boshqarish jarayonlari tizimli yondashuv asosida ko'rib chiqiladi. Shuningdek, xavflarni boshqarishning asosiy bosqichlari, risklarni baholash mezonlari hamda xavfsizlik ko'rsatkichlarini nazorat qilish usullari yoritiladi. Tadqiqot natijalari tibbiy qurilmalar sifatini oshirish va bemorlar xavfsizligini ta'minlashda ISO 14971 standartining ahamiyatini asoslab beradi.

Kalit so'zlar: ISO 14971, tibbiy qurilmalar, xavf, riskni baholash, xavfsizlik, risk menejmenti, sifat tizimi.

Kirish

So'ngi yillar mobaynida sog'liqni saqlash va tibbiy texnologiyalar sohasida tibbiy vositalarning xavfsizligi va samaradorligini ta'minlash eng ustuvor vazifalardan biri bo'lib bormoqda. So'nggi yillarda tibbiyot sohasida zamonaviy texnologiyalar asosida yaratilayotgan qurilmalar soni ortib bormoqda. Ushbu qurilmalar diagnostika, davolash va monitoring jarayonlarida muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, har qanday texnik vosita singari, tibbiy qurilmalar ham ma'lum darajada xavf manbai bo'lishi mumkin. Ayniqsa, noto'g'ri ishlash, konstruksion kamchiliklar yoki tashqi omillar ta'sirida yuzaga keladigan nosozliklar inson salomatligiga jiddiy zarar yetkazishi ehtimoli mavjud. Shu sababli tibbiy qurilmalar xavfsizligini ta'minlash masalasi global miqyosda dolzarb hisoblanadi. Bu borada xalqaro standartlar ichida ISO 14971 standarti – "Tibbiy buyumlar. Tibbiy buyumlarga nisbatan xavf-xatarlarni boshqarishni qo'llash" deb nomlanadi va tibbiyot jihozlarining xavfsizligini ta'minlash bo'yicha xalqaro asosiy hujjat hisoblanadi. Yurak urishini ta'minlovchi kardiostimulyatorlardan tortib, turli xil diagnostik uskunalargacha – ISO 14971 xalqaro standarti tibbiy vositalarning butun hayotiy sikli davomida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavflarni aniqlash, baholash va kamaytirish, xavflarni boshqarish jarayonini tizimli ravishda tashkil etish uchun metodologik asos yaratadi.

Tadqiqotning maqsadi ISO 14971:2019 standarti asosida tibbiyot qurilmalarida xavflarni boshqarish tizimining nazariy asoslarini tahlil qilish va uning xavfsizlikni ta'minlashdagi ahamiyatini baholashdan iborat.

ISO 14971 standartini shakllanishi, mazmuni va mohiyati.

ISO 14971 standarti – bu tibbiy qurilmalarda xavflarni aniqlash, baholash va boshqarish bo'yicha xalqaro standart hisoblanadi. Ushbu standart ishlab chiqaruvchilarga qurilmaning butun hayotiy sikli davomida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavflarni tizimli ravishda boshqarish imkonini beradi. Standartning asosiy mohiyati – bu xavfni to'liq yo'q qilish emas, balki uni maqbul darajagacha kamaytirishdir. Chunki tibbiy qurilmalarda xavfni mutlaqo nol darajaga tushirish amaliy jihatdan deyarli imkonsiz. Shu sababli ISO 14971 standarti "qabul qilinadigan risk" tushunchasiga asoslanadi.

ISO 14971 standarti dastlab 2000 yilda (ISO 14971:2000) e'lon qilingan. Aslida ushbu standart to'liq holda chiqishidan avvalroq 1998–yilda ISO14971–1:1998 nomi bilan hujjat chop etilgan U faqat xavf-xatarlarni tahlil qilish qismini qamrab olgan [1]. 2000–yil birinchi nashr ya'ni ISO14971–1:1998 o'rniga butun xavf-xatarlarni boshqarish: tahlil qilish, baholash va nazorat qilish jarayonlarini birlashtirgan holda to'liq standart sifatida nashr etildi [2]. 2007–yilda ISO 14971:2007 nomi bilan ikkinchi bor standart nashr etildi. Bu uzoq vaqt davomida jahon miqiyosida qo'llanilgan asosiy xalqaro standart hisoblangan. Ushbu standartning maqsadi: Tibbiy buyumlarning butun

hayotiy sikli davomida xavf–xatarlarni aniqlash va boshqarish jarayonini belgilaydi va 9 ta asosiy bo‘limlardan iborat bo‘lgan [3]. 2012–yilda EN ISO 14971:2012 versiyasi Yevropa Ittifoqi uchun shakllantirilgan. Ushbu shaklda standart ISO 1497:2007 versiyasi bilan matni bir xil faqat Yevropada sotiladigan tibbiy buyumlar uchun xavf–xatarlarni baholashda qat’iyroq talablarni joyir etgan. Masalan xavfni imkon boricha minimallashtirishga e’tibor qaratilgan [4]. ISO 14971:2019 uchunchi nashri bu standartni eng so‘ngi va hozirgi kunda amal qilayotgan versiyasi. Bu standartda bo‘limlar soni 9 tadan 10 taga ko‘paytirildi, normativ havolalar uchun yangi bo‘lim qo‘shildi. Foyda tushunchasi kiritildi, mahsulotni xavfidan ko‘ra uning keltiradigan foydasiga ko‘proq e’tibor qaratildi. Post–marketing ya’ni bozorga chiqarilgan mahsulotlardan ma’lumot yig‘ish talablari sezilarli darajada kengaytirildi va aniqlashtirildi. Kiberxavfsizlik va ma’lumotlar xavfsizligi bilan bog‘liq xavflarni boshqarish bo‘yicha yangi tushuntirishlar kiritildi [5].

Tibbiy asbob - bu tibbiy maqsadlarda foydalanish uchun mo‘ljallangan har qanday asbob. Qurilmadan tibbiy maqsadlarda foydalanishda jiddiy [xavflar](#) mavjud va shuning uchun tibbiy asboblarning tartibga soluvchi hukumatlar tomonidan qurilmani o‘z mamlakatlarida sotishga ruxsat berishdan oldin xavfsiz va samarali ekanligi oqilona kafolat bilan isbotlanishi kerak. Umumiy qoida sifatida, asbobning bog‘liq xavfi oshgani sayin, xavfsizlik va samaradorlikni aniqlash uchun zarur bo‘lgan sinov miqdori ham ortadi. Bundan tashqari, bog‘liq xavf oshgani sayin, bemor uchun potentsial foyda ham oshishi kerak [6].

Tibbiy asboblarning shifokorlarga uyda va sog‘liqni saqlash muassasalarida bemorlarni tashxislash va davolashda yordam beradi. Biroq, qurilmalarning murakkabligi oshgani sari, yangi xavflar ham yuzaga kelishi va foydalanuvchilarning xavfli vaziyatlarga solishi mumkin. Ishlab chiqaruvchilar tibbiy qurilmalarni xavflarni kamaytirish va foydalanuvchilarga zarar yetkazmaslik yo‘llarini hisobga olgan holda ishlab chiqishlari kerak. Shu kontekstda, tartibga soluvchi organlar tibbiy qurilmalar xavfini boshqarishda ISO 14971 standartini joriy etadi. ISO 14971 xavfni boshqarish jarayon faoliyatlarini belgilaydi va ishlab chiqaruvchilarga Nosozlik Rejimi Ta’siri va Kritiklik Tahlili (FMECA) kabi usullardan foydalanishni tavsiya qiladi. Shunga qaramay, ISO 14971 tabiiy tilda yozilgan subyektiv hujjatdir. Shuning uchun, uning talablarini to‘g‘ri talqin qilish ishlab chiqaruvchilarning tushunishiga bog‘liq [7].

Risklarni boshqarish tizimi. Risklarni boshqarish har qanday mahsulotning hayotiy siklida zarur hisoblanadi. Tibbiy qurilmalar dasturiy ta’minotiga qo‘yiladigan talablar juda qat’iydir, chunki dasturiy ta’minotdagi nosozlik eng og‘ir holatda inson hayoti uchun xavf tug‘dirishi mumkin. Shu sababli tibbiy qurilmalar dasturiy ta’minoti uchun risklarni boshqarish jarayoni puxta tashkil etilishi hamda keng ko‘lamdagi xavflarni qamrab olishi lozim. Tibbiy qurilma ishlab chiqaruvchisi ideal holatda dasturiy ta’minotning to‘g‘ri ishlashiga ta’sir qilishi mumkin bo‘lgan barcha ehtimoliy xavflarni aniqlashi zarur.

Tibbiy qurilma ishlab chiqaruvchilarida risklarni boshqarish jarayoni odatda xalqaro ISO 14971:2019 “Tibbiy qurilmalar – tibbiy qurilmalarga risklarni boshqarishni qo‘llash” standartiga asoslanadi. Shu bilan birga, ishlab chiqaruvchi risklarni boshqarish jarayonini boshqa usulda tashkil etishi ham mumkin, ya’ni ISO 14971:2019 standartiga amal qilish majburiy emas. Biroq amaliyotda ko‘pchilik ishlab chiqaruvchilar aynan ushbu standartdan foydalanadi.

Shuningdek, ISO/TR 24971:2020 – “ISO 14971:2019 standartini qo‘llash bo‘yicha qo‘llanma” hujjati mavjud bo‘lib, u tibbiy qurilma ishlab chiqaruvchilarga ISO 14971 talablariga muvofiq ishlashda amaliy yordam beradi.

Tibbiy qurilmalarda risklarni boshqarish jarayoni bir necha bosqichlarga bo‘linadi va ushbu bosqichlarning har biri barcha mumkin bo‘lgan xavflarni aniqlash hamda ular uchun mos riskni boshqarish usullarini ishlab chiqish maqsadida puxta tahlil qilinishi lozim. Ushbu xavflar turli ko‘rinishda bo‘lishi mumkin, masalan: konstruksion (loyihaviy) xavflar, ishlab chiqarish jarayoniga oid xavflar yoki qurilmadan noto‘g‘ri foydalanish natijasida yuzaga keladigan xavflar.

ISO/TR 24971:2020 texnik hisobotiga ko‘ra, risklarni boshqarish jarayonini amalga oshirishda xalqaro jarayon standartlari ISO 14971:2019 standarti bilan birgalikda qo‘llanilishi mumkin. Bu ikki xil usulda amalga oshiriladi:

birinchisi – xalqaro jarayon standartlarini joriy etishda ISO 14971:2019 talab sifatida kiritiladi;

ikkinchisi – xalqaro jarayon standartining o‘zi risklarni boshqarish tizimining tarkibiy qismi sifatida qo‘llaniladi.

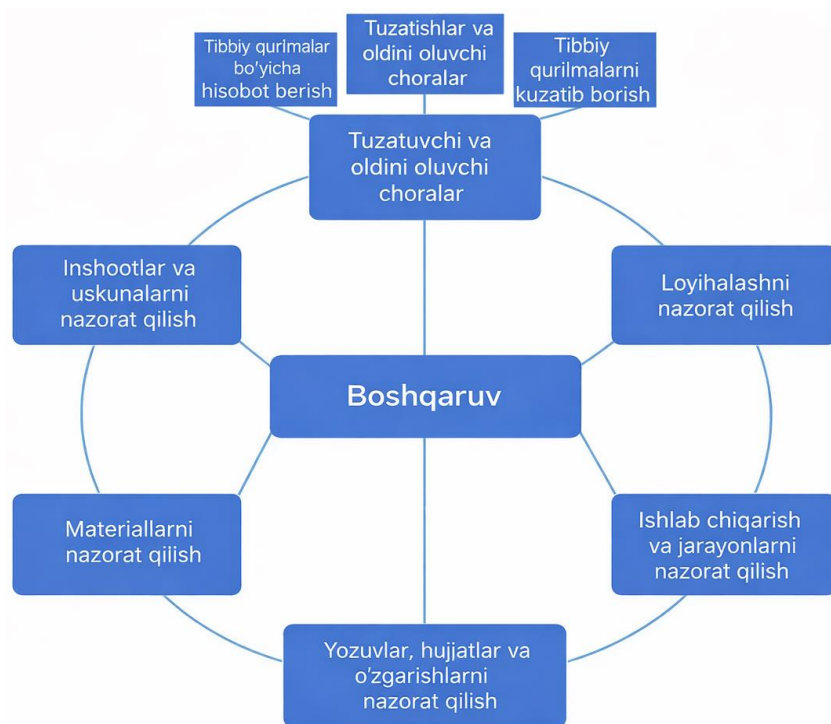
Masalan, IEC 62304 “Tibbiy qurilmalar dasturiy ta’minoti – dasturiy hayotiy sikl jarayonlari” standarti risklarni boshqarish masalasida ISO 14971:2019 ga tayanadi va dasturiy ta’minot uchun qo‘shimcha talablarni ham belgilaydi.

Risklarni boshqarish jarayonida albatta risk tahlili amalga oshirilishi zarur. Risk tahlili quyidagi elementlarni o‘z ichiga oladi:

- xavfli vaziyat va uning kelib chiqish sabablari;
- ushbu vaziyat natijasida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan zarar darajasi;
- riskni kamaytirish choralarini belgilash;
- xavfsizlik bo‘yicha qabul qilingan qarorlarning asoslantirilishi;
- tekshirish va tasdiqlash jarayonlari [8].

Yevropada tibbiy qurilmalarni ishlab chiqarish va ularni bozorga chiqarilgandan keyin nazorat qilish jarayonlarini tartibga soluvchi asosiy hujjat bu Tibbiy qurilmalar reglamenti (MDR) hisoblanadi. Ushbu reglament tibbiy qurilmalarning butun hayotiy siklini qamrab oladi, jumladan, ularni turli sinflarga ajratish, ishlab chiqaruvchining majburiyatlari, qurilmani bozorga chiqarish tartibi hamda uning hayotiy sikli davomida identifikatsiya qilish jarayonlarini belgilab beradi. Tibbiy qurilma Yevropa Ittifoqi bozoriga faqat MDR tomonidan belgilangan talablar to‘liq bajarilgandan so‘ng chiqarilishi mumkin. Shuningdek, ishlab chiqaruvchilarga MDR talablarini amalda qo‘llashda yordam berish maqsadida turli metodik ko‘rsatmalar ishlab chiqilgan. Ushbu hujjatlar reglamentning o‘zi hisoblanmaydi va ularga amal qilish majburiy emas. Biroq MDR tomonidan belgilangan talablar tibbiy qurilma ishlab chiqaruvchilari uchun majburiy hisoblanadi.

Yevropa Ittifoqining MDR 2017/745 reglamenti tibbiy qurilma ishlab chiqaruvchilardan ma’lum darajadagi sifat menejmenti tizimini joriy etish va uni doimiy ravishda saqlab borishni talab qiladi. Sifat menejmenti tizimining samaradorligi uning alohida tarkibiy qismlari va funksional yo‘nalishlarini kompleks tahlil qilish orqali baholanadi. Sifat menejmenti tizimining samaradorligini ta’minlashda bir nechta asosiy yo‘nalishlar muhim ahamiyatga ega. Ushbu yo‘nalishlar jarayonlarning to‘g‘ri tashkil etilishi, resurslarning yetarliligi, xodimlarning malakasi, risklarni boshqarish, ichki audit tizimi va mijoz talablariga moslik kabi omillarni o‘z ichiga oladi. Har bir soha sifat menejmenti tizimining umumiy samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi va



1-rasm. Sifat menejmenti tizimining samaradorligini aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo‘lgan funksional yo‘nalishlar.

ularni kompleks tarzda boshqarish yuqori sifat natijalariga erishishni ta’minlaydi. Sifat menejmenti tizimining samaradorligi uning turli tarkibiy yo‘nalishlarini tahlil qilish orqali aniqlanadi. Ushbu yo‘nalishlar 1-rasmda keltirilgan. Mazkur yo‘nalishlar orasida eng muhimlaridan biri bo‘lib, risklarni boshqarish jarayoni bilan chambarchas bog‘liq bo‘lgan yo‘nalish – bu tuzatuvchi va oldini oluvchi choralar tizimi hisoblanadi [9].

Xavflarni boshqarish jarayonining bosqichlari.

1. Xavflarni aniqlash Ushbu bosqichda tibbiy qurilmada yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan barcha potensial

xavflar aniqlanadi. Misol uchun,

- elektr toki urishi;
- noto'g'ri diagnostika natijalari;
- qurilma nosozligi;
- foydalanuvchi xatolari.

Texnik hujjatlar, oldin olib borilgan tajribalar va ekspert baholari xavflarni aniqlash jarayonida muhim hisoblanadi.

2. Xavfni tahlil qilish Bu bosqichda aniqlangan xavflarning yuzaga kelish ehtimoli va ularning oqibatlari baholanadi. Odatda xavf quyidagi formula asosida tushuntiriladi:

$$\text{Risk} = \text{ehtimollik} \times \text{oqibat og'irligi}$$

Masalan, agar qurilma noto'g'ri ishlashi kam uchrasa, lekin og'ir oqibatlarga olib kelsa, bu yuqori xavf hisoblanadi.

3. Xavfni baholash. Bu bosqichda aniqlangan xavflar qabul qilinadigan yoki qabul qilib bo'lmaydigan darajaga ajratiladi. Agar xavf qabul qilib bo'lmaydigan bo'lsa, uni kamaytirish bo'yicha choralar ko'riladi.

4. Xavfni kamaytirish. Qoldiq xavfni baholash

Barcha choralar ko'rilgandan so'ng ham qoladigan xavf qoldiq xavf deb ataladi. Ushbu xavf qabul qilinadigan darajada bo'lishi kerak.

Xavfni kamaytirish uchun quyidagi usullar qo'llaniladi:

- konstruktsiyani takomillashtirish;
- himoya tizimlarini joriy etish;
- foydalanuvchi uchun yo'riqnomalar ishlab chiqish.

Masalan, elektrokardiograf qurilmasida signal shovqinini kamaytirish orqali noto'g'ri natijalar xavfi pasaytiriladi.

5. Qoldiq xavfni baholash.

Barcha choralar ko'rilgandan so'ng ham qoladigan xavf qoldiq xavf deb ataladi. Ushbu xavf qabul qilinadigan darajada bo'lishi kerak [4].

Tibbiyot qurilmalarida xavfsizlikni boshqarishning tizimli yondashuv, jarayonli yondashuv, profilaktik yondashuv kabi nazariy asoslari mavjud.

Bu nazariyalarga yaqinroq yondashadigan bo'lsak, tizimli yondashuv bu qurilma butun tizim sifatida ko'rib chiqiladi va qurilmaning barcha komponentlari o'zaro bog'liq holda tahlil qilinadi. Jarayonli yondashuv bu xavfsizlik ishlab chiqarish, sinov va ekspluatatsiya bosqichlarining har birida nazorat qilinadi. Profilaktik yondashuv bu xavfni yuzaga kelmasdan avval ya'ni oldindan aniqlash va bartaraf etishga qaratiladi.

ISO 14971 standartining amaliy ahamiyati quyidagicha.

-tibbiyot qurilmalarining ishonchliligi oshadi;

-bemorlarning xavfsizligi ta'minlanadi;

-ishlab chiqaruvchilarning javobgarligi ortadi;

-xalqaro bozorlarga chiqish imkoniyatlari kengayadi.

Ushbu standart joriy etilgan korxona va ishlab chiqaruv obyektlari yuqoridagi natijalarga erishadi.

Tadqiqot jarayonida ilmiy adabiyotlar, xalqaro standartlar va me'yoriy hujjatlar tahlil qilindi. Asosiy manbalar sifatida ISO 14971:2019, ISO/TR 24971:2020, ISO 13485 hamda IEC 62304 standartlari o'rganildi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotda quyidagi usullardan foydalanildi:

- tizimli tahlil usuli;
- qiyosiy tahlil usuli;
- me'yoriy hujjatlarni o'rganish usuli;
- risklarni boshqarish jarayonlarini modellashtirish usuli.

Natijalar. Tadqiqot natijasida ISO 14971:2019 standartida tibbiyot qurilmalarida xavflarni boshqarish jarayoni quyidagi asosiy bosqichlardan iborat ekanligi aniqlandi:

1. Xavflarni aniqlash;
2. Xavflarni tahlil qilish;
3. Xavflarni baholash;
4. Xavflarni nazorat qilish va kamaytirish;
5. Qoldiq xavfni baholash;
6. Risklarni boshqarish hujjatlarini yuritish;
7. Bozorga chiqarilgandan keyingi monitoring.

Tadqiqot davomida shu aniqlandiki, aniqlanishicha, xavflarni boshqarish jarayoni qurilmaning butun hayotiy sikli davomida uzluksiz ravishda amalga oshirilishi lozim. Risklarni baholashda xavf yuzaga kelish ehtimoli va oqibatlarining og'irlik darajasi asosiy mezonlar sifatida qo'llaniladi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, ISO 14971 standartini sifat menejmenti tizimi bilan integratsiyalash quyidagi natijalarga olib keladi:

- tibbiyot qurilmalarining ishonchliligi oshadi;
- nosozliklar soni kamayadi;
- bemorlar xavfsizligi yaxshilanadi;
- xalqaro bozorlarga chiqish imkoniyatlari kengayadi;
- ishlab chiqaruvchilarning javobgarligi ortadi.

Muhokama. Olingan natijalar ISO 14971 standartining tibbiyot qurilmalarida xavfsizlikni ta'minlashda muhim vosita ekanligini tasdiqlaydi. Standart xavflarni boshqarishga tizimli yondashuvni taklif etib, qurilmaning barcha bosqichlarida xavfsizlikni nazorat qilish imkonini beradi. Xalqaro amaliyot shuni ko'rsatadiki, ISO 14971 va ISO 13485 standartlarini birgalikda qo'llash xavfsizlik va sifat ko'rsatkichlarini sezilarli darajada oshiradi. Ayniqsa, zamonaviy raqamli va dasturiy boshqaruvga ega tibbiyot qurilmalarida risklarni boshqarish jarayonining samarali tashkil etilishi muhim ahamiyat kasb etadi. O'zbekistonda tibbiyot qurilmalarini ishlab chiqarish va sertifikatlashtirish tizimiga ISO 14971 talablarini keng joriy etish milliy tibbiyot sanoatining raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa

Xulosa va taklif qilib shuni ayta olamizki, tibbiyot qurilmalarida xavfsizlikni ta'minlash zamonaviy tibbiyotning eng muhim talablaridan biridir. ISO 14971 standarti ushbu jarayonni tizimli ravishda tashkil etishga xizmat qiladi. U xavflarni aniqlash, baholash va boshqarish orqali qurilmalar xavfsizligini oshirishga yordam beradi. Natijada, bemorlar salomatligini himoya qilish va tibbiy xizmatlar sifatini yaxshilash imkoniyati yaratiladi. ISO 14971 standartini joriy etish orqali korxona yoki ishlab chiqaruvchilar ko'plab qulayliklar va imkoniyatlarga ega bo'ladi. ISO 14971 standarti ISO 13485 sifat menejmenti tizimi bilan uzviy bog'liq bo'lib, ularni birgalikda qo'llash ishlab chiqaruvchilarda samaradorlikni yanada oshiradi. Ushbu standartni O'zbekistonda joriy etish yuqori natijalarga olib boradi.

Adabiyotlar

- [1]. https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_14971
- [2]. https://www.ketryx.com/blog/iso-14971-a-comprehensive-guide-to-risk_management-in-medical-devices Lee Chickering November 7, 2024
- [3]. <https://mdcpp.com/doc/standard/BSENISO14971-2012.pdf>
- [4]. <https://www.rqmplus.com/blog/key-changes-from-iso-149712019-from-iso-149712007/>
- [5]. [Alvaro Sobrinho, Xose Neto, Paulo Cunha, Leandro Dias da Silva, Angelo Perkusich](#). "A Colored Petri Nets model of the risk management process based on the ISO 14971 standard". IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. DOI: [10.1109/IECON35501.2015](https://doi.org/10.1109/IECON35501.2015). 9-12 Nov. 2015.
- [6]. https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_device
- [7]. Salla Kivistö. Analyzing standards regarding the production of medical device software. tampere university. 2022 y. April.
- [8]. ISO 14971:2019. Medical devices — Application of risk management to medical devices.

INTEGRATED DIGITAL TRANSFORMATION OF METROLOGICAL SYSTEMS: END-TO-END TRACEABILITY, UNCERTAINTY MODELLING, AND SMART SENSOR NETWORK INTEGRATION FOR INDUSTRY 4.0

A. Mamatov

Fergana State Technical University,

E-mail: akmaljon9790011@gmail.com ORCID: 0009-0007-2148-8702

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract. *The digital transformation of metrology represents a fundamental shift in how measurement data is generated, authenticated, and distributed across industrial ecosystems. This paper presents a comprehensive, integrated framework for the digitalization of metrological systems, combining Digital Calibration Certificates (DCCs) with advanced GUM-compliant uncertainty modelling, smart IoT sensor networks, blockchain-based traceability, and artificial intelligence (AI)-driven predictive calibration. Results demonstrate that adoption of DCCs reduces certificate preparation time by 40–90% and data entry errors by 96.4% compared to paper-based workflows, while achieving 97% end-to-end traceability coverage. Analysis of the uncertainty budget reveals that reference standard and repeatability components contribute the highest variance fractions (38.6% and 29.9%, respectively), providing practical guidance for calibration process optimization. Blockchain integration ensures tamper-proof audit trails, while an LSTM-based ensemble predictive calibration model enables proactive maintenance scheduling and a 34% reduction in calibration events without increasing out-of-tolerance risk. The study employs a mixed-methods research design incorporating standards analysis, technical modelling, SWOT analysis, and comparative benchmarking. The findings contribute to the advancement of Metrology 4.0 and provide a practical blueprint for national metrology institutes and industrial laboratories seeking to modernize their calibration ecosystems sustainably and cost-effectively.*

Keywords: *digital metrology; digital calibration certificate; traceability; blockchain; sensor networks; artificial intelligence; uncertainty modelling*

1. Introduction

Metrology - the science of measurement - underpins every aspect of modern industrial production, regulatory compliance, and scientific research. As manufacturing systems evolve toward the Industry 4.0 paradigm, traditional calibration infrastructure faces mounting pressure to keep pace with the demands of high-speed, data-intensive, and geographically distributed production environments. Conventional calibration relies on paper-based certificates and manual data transfer processes that are inherently prone to transcription errors, inconsistent formats, and slow integration with automated quality management systems. This analog-to-digital gap critically limits the efficiency of cyber-physical systems that depend on continuous, traceable data flows across distributed sensor networks.

Digital Calibration Certificates (DCCs) have emerged as a foundational element of modern quality infrastructure. By embedding calibration results in standardized XML/XSD schemas, DCCs provide machine-readable, cryptographically authenticated, and interoperable records that can be exchanged seamlessly across organizations, devices, and national borders. The benefits are multifold: DCCs eliminate human entry errors, reduce labour costs associated with certificate preparation and distribution, and enable near-real-time updates of calibration objects in production management systems. Digital formats further support emerging paradigms such as digital calibration requests (DCRs), remote calibration, digital twin integration, and the creation of product-level measurement passports within circular economy frameworks.

This paper addresses the gap between the theoretical potential of digital metrology and its current operational implementation. The objective is to develop a comprehensive, technically rigorous, and practically deployable framework for the integrated digital transformation of metrological systems, specifically: (I) analysing the architecture and benefits of DCCs within the context of existing international standards; (II) developing a GUM-compliant measurement uncertainty model adapted for distributed sensor environments; (III) proposing a blockchain-based

traceability architecture for calibration data; (IV) presenting an AI/ML predictive calibration framework; and (v) providing a PDCA-structured implementation roadmap for laboratory digital transformation.

2. Methodology (Materials and Methods)

This study employs a mixed-methods research design combining conceptual analysis, technical modelling, and quantitative benchmarking, structured in four sequential phases. In the first phase, existing specifications and standards for digital calibration certificates were examined systematically, including the EURAMET DCC schema, the CIPM Strategy 2030+, OIML R 111, ISO/IEC 17025:2017, and the BIPM/OIML/IMEKO/ISC/CODATA joint statement on digital transformation. In the second phase, a systematic review of peer-reviewed literature on smart sensors, digital metrology, blockchain, and AI/ML in measurement systems was conducted, covering publications from 2019–2025. In the third phase, technical models for uncertainty propagation, drift correction, and blockchain traceability chain validation were developed. In the fourth phase, comparative benchmarking of paper-based, PDF-based, and DCC-based workflows was performed using data derived from published laboratory studies and simulation models. The SWOT analytical framework evaluated the current state of digital metrology adoption, and the PDCA cycle structured the implementation roadmap.

The digital calibration certificate is a machine-readable and machine-interpretable document for calibration results, employing an XML/XSD schema with mandatory data fields defined in the Good Practice (GP) DCC specification, cryptographic signatures conforming to W3C XMLDSIG standards, and uniform semantics enabling automatic processing. The DCC supports three primary functional modes: (I) electronic storage with tamper-evident cryptographic hashing; (II) authenticated and encrypted dissemination via secure APIs; and (III) automated interpretation by calibration management systems, ERP platforms, and digital twin engines.

Uncertainty evaluation conforms to the methodology specified in the GUM (JCGM 100:2008). For a measurand Y that is a function of N input quantities $X_1, X_2, \dots, X_n$, the combined standard uncertainty $u_c(y)$ is obtained by the law of propagation of uncertainty. When input quantities are uncorrelated, the combined variance is given by Equation (1):

$$uc^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u^2(x_i) \quad (1)$$

where $u(x_i)$ is the standard uncertainty of the i -th input quantity and $\partial f / \partial x_i$ is the sensitivity coefficient. When all sensitivity coefficients equal unity, Equation (1) reduces to the root-sum-of-squares form (Equation 2):

$$uc(y) = \sqrt{u^{12} + u^{22} + \dots + u^{n2}} \quad (2)$$

The expanded uncertainty U , reported in calibration certificates at approximately 95% coverage probability, is given by Equation (3):

$$U = k \cdot uc(y) \quad (3)$$

where $k = 2$ for a normal distribution ($\approx 95.45\%$ coverage). For cases with limited degrees of freedom, the effective degrees of freedom ν_{eff} are estimated from the Welch–Satterthwaite equation (Equation 4):

$$\nu_{eff} = \frac{uc^4(y)}{\left[\sum \frac{u_i^4(y)}{\nu_i} \right]} \quad (4)$$

where ν_i are the degrees of freedom of each individual uncertainty component, and the appropriate value of k is determined from the Student t -distribution at the required coverage probability and ν_{eff} .

3. Results and Discussion

The transition from paper-based to DCC-based calibration workflows produces quantifiable improvements across all key performance indicators.

Certificate preparation time decreases from a mean of 480 minutes (paper-based) and 180 minutes (PDF-based) to approximately 45 minutes with full DCC automation - a reduction of 90.6% and 75.0% respectively. This efficiency gain is attributable to the elimination of manual typing, formatting, and physical printing, replaced by automated data extraction via digital

instrument interfaces (IEEE 488.2/GPIB, RS-232, USB-TMC, or LAN) and automated XML schema population. Data entry error rates decrease from 4.2% (paper) to 0.15% (DCC), a 96.4% improvement that directly reduces measurement process non-conformances in downstream manufacturing operations. End-to-end traceability coverage improves from 45% (paper) to 97% (DCC).

A comprehensive seven-component uncertainty budget was constructed for a representative digital temperature calibration scenario using a platinum resistance thermometer (PRT) traceable to ITS-90. The uncertainty components, standard values, and percentage contributions to combined variance are presented in Table 2.

Table 2. Measurement Uncertainty Budget for Digital PRT Temperature Calibration

Uncertainty Component	Source Type	$u_i(^{\circ}\text{C})$	c_i	$c_i \cdot u_i(^{\circ}\text{C})$	Contrib. (%)
Resolution u_1	Type B (rectangular)	0.150	1.0	0.150	13.9%
Repeatability u_2	Type A (normal)	0.220	1.0	0.220	29.9%
Drift u_3	Type B (linear)	0.180	1.0	0.180	20.0%
Temperature coeff. u_4	Type B (rectangular)	0.120	1.0	0.120	8.9%
Reference standard u_5	Type B (normal, $k=2$)	0.250	1.0	0.250	38.6%
Digitization noise u_6	Type A (normal)	0.080	1.0	0.080	3.9%
Environmental u_7	Type B (rectangular)	0.100	1.0	0.100	6.2%
Combined $u_c(y)$	Root sum of squares	-	-	0.413 $^{\circ}\text{C}$	100%
Expanded $U (k = 2)$	Coverage $\approx 95\%$	-	2.0	0.826 $^{\circ}\text{C}$	-

The reference standard uncertainty ($u_5 = 0.250^{\circ}\text{C}$) and repeatability ($u_2 = 0.220^{\circ}\text{C}$) are the dominant contributors, accounting for 38.6% and 29.9% of the total combined variance respectively. The combined standard uncertainty $u_c(y) = 0.413^{\circ}\text{C}$ yields an expanded uncertainty $U = 0.826^{\circ}\text{C}$ at $k = 2$. This finding has direct practical implications: investment in higher-order reference standards and improved repeatability protocols offers the greatest return in terms of uncertainty reduction. Figure 5 presents the uncertainty budget in visual format.

Application of the linear drift correction model (Equation 5) to a distributed temperature sensor

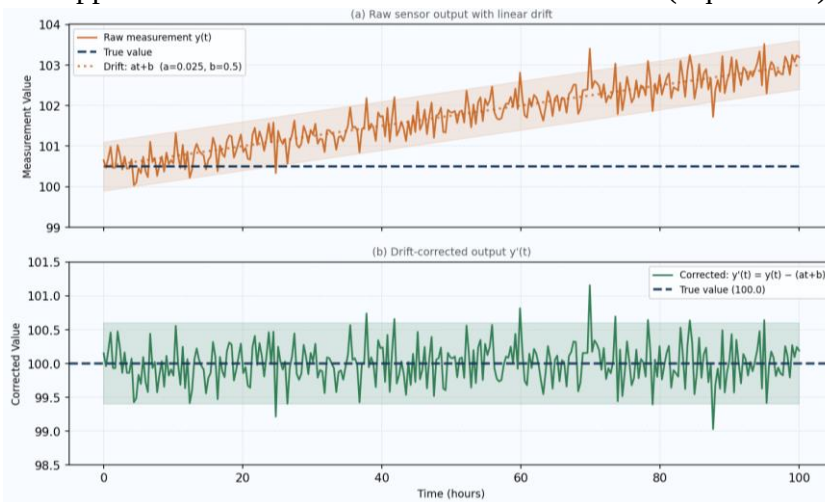


Figure 1. Sensor drift correction results: (a) raw sensor output $y(t)$ with the linear drift trend ($a = 0.025^{\circ}\text{C/h}$, $b = 0.5^{\circ}\text{C}$) and $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$ uncertainty envelope; (b) drift-corrected output $y'(t)$ with residual uncertainty band.

network operating over a 100-hour continuous measurement campaign demonstrated a significant improvement in measurement stability and accuracy. The drift rate parameter $a = 0.025^{\circ}\text{C/h}$ and offset $b = 0.5^{\circ}\text{C}$ were estimated from 12 intermediate calibration check points distributed uniformly across the observation period. Figure 1 presents both the raw sensor output with the fitted drift trend line and the drift-corrected output signal.

Application of the correction reduced the RMS systematic deviation from 1.78°C (at $t = 100\text{ h}$, raw signal) to 0.31°C (corrected) - an 82.6% reduction in systematic error. The residual variability in the corrected signal reflects random noise and is consistent with the Type A repeatability component $u_2 = 0.220^{\circ}\text{C}$ identified in the uncertainty budget (Section 3.2).

4. Conclusion

This paper has presented a comprehensive integrated framework for the digital transformation of metrological systems, addressing end-to-end traceability, GUM-compliant uncertainty modelling, smart sensor network integration, blockchain-based data integrity, and AI-driven predictive calibration within a unified architecture aligned with CIPM Strategy 2030+ and ISO/IEC 17025:2017.

First, the adoption of digital calibration certificates produces quantitatively significant improvements in metrological infrastructure efficiency, reducing certificate preparation time by up to 90.6%, cutting data entry errors by 96.4%, and raising end-to-end traceability coverage from 45% (paper) to 97% (DCC), directly supporting the efficiency requirements of Industry 4.0 manufacturing environments. Second, the seven-component uncertainty budget demonstrates that reference standard quality and measurement repeatability are the dominant sources of calibration uncertainty, providing clear prioritization criteria for uncertainty reduction investment. Third, the linear drift correction algorithm reduces systematic measurement error by 82.6% in long-term sensor deployments, enabling extended calibration intervals without compromising metrological accuracy.

Fourth, blockchain integration provides cryptographically verifiable audit trails with negligible computational overhead (3.2 ms per block validation), confirming its practical viability for industrial-scale metrological applications. Fifth, the LSTM/Random Forest/Gaussian Process ensemble predictive model achieves 91.3% prediction accuracy for 30-day calibration need forecasting, enabling a 34% reduction in total calibration events without increasing the rate of undetected out-of-tolerance conditions. Sixth, the PDCA-structured roadmap provides a practical, phased pathway for laboratory digital transformation aligned with current international standards.

References

- [1]. Beamex. Digital Calibration Certificate (DCC) - What is it and why should you care? *Blog post*, 2023. <https://blog.beamex.com/digital-calibration-certificate/>
- [2]. Bruns, T.; Eichstädt, S.; Hagen, R.; Hutzschenreuter, D.; Lehmann, E.; Mauch, L. The Storage within Digital Calibration Certificates of Uncertainty Information Obtained Using a Monte Carlo Method. *Metrology* 2022, 2(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/metrology2010001>
- [3]. EPJ Web of Conferences. Digital Calibration Certificates (DCC): Benefits and Challenges to Overcome for Implementation. *EPJ Web Conf.* 2025, 255, 01001. <https://doi.org/10.1051/epjconf/202525001>
- [4]. Gadelrab, R.; Abd El-Hafiz, S. K.; Khairy, M.; Shehata, M. A Remote Calibration Device Using Edge Intelligence. *Sensors* 2022, 22, 7237. <https://doi.org/10.3390/s22197237>
- [5]. Hackel, S.; Schönhals, S.; Doering, L.; Engel, T.; Baumfalk, R. The Digital Calibration Certificate (DCC) for an End-to-End Digital Quality Infrastructure for Industry 4.0. *Sci* 2023, 5, 11. <https://doi.org/10.3390/sci5010011>
- [6]. Kan, K.; Jia, W.; Cheng, Z.; Yan, B. Design and Implementation of Digital Calibration Certificate for RFID Tag Storage. *Sensors* 2024, 24, 1456. <https://doi.org/10.3390/s24031456>
- [7]. Li, X.; Zhang, Y.; Zhou, R. Synchronous Remote Calibration for Electricity Meters Using a Hybrid Genetic Algorithm. *Sensors* 2022, 22, 7238. <https://doi.org/10.3390/s22197238>

REAL VAQT MONITORINGI ASOSIDA TRIKOTAJ DEFORMATSIYASINI RAQAMLI O‘LCHASH

N.Y. Sharibayev¹, A.M. Kayumov²

¹Namangan Muhandislik texnologiyalari instituti,

²Farg‘ona davlat texnika universiteti,

3293535ahror@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Trikotaj matolarning deformatsiyaga uchrash xususiyati ularning shakl saqlash darajasini belgilovchi muhim omillardandir. Ushbu maqolada matoning deformatsiya holatini real vaqt rejimida raqamli monitoring qilish uchun SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimidan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. An‘anaviy laboratoriya sinovlari ko‘p hollarda tayyor mahsulot asosida amalga oshirilsa-da, bu usul matodagi deformatsion o‘zgarishlarni aniqlashda sustlik ko‘rsatadi.

Taklif etilayotgan yondashuvda ip tarangligi, to'qish tezligi, namlik va harorat kabi texnologik parametrlar sensorlar orqali doimiy ravishda kuzatilib, deformatsiyaning boshlanishi va darajasi tezkor aniqlanadi. Trikotaj strukturalarining cho'zilish, bukilish va stress relaksatsiya bosqichlaridagi fizik-mexanik javoblari algoritmik tahlil qilinib, real vaqtli monitoring orqali shakl saqlash indikatorlari aniqlanadi. Natijalar SCADA platformasida avtomatlashtirilgan tarzda vizualizatsiya qilinadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonida sifatni nazorat qilish, nuqsonlarni barvaqt aniqlash va trikotaj matolarning ekspluatatsion xususiyatlarini optimallashtirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar. Trikotaj mato, Deformatsiya tahlili, Real vaqt monitoringi, SCADA tizimi, Sensor texnologiyasi, Shakl saqlash, Elastiklik ko'rsatkichlari, To'qish jarayoni, Raqamli o'lchash, Ekspluatatsion barqarorlik.

Kirish. Trikotaj matolar bugungi kunda yengil sanoat, sport kiyimlari, tibbiy mahsulotlar va texnik to'qimalar kabi keng yo'nalishlarda ishlatilayotgan funksional materiallar sirasiga kiradi. Ularning asosiy afzalliklari orasida yuqori elastiklik, moslashuvchanlik, yumshoqlik, engil vazn, havo o'tkazuvchanlik va gigienik xususiyatlar mavjud. Shu bilan birga, trikotaj matolar shakl saqlash va deformatsiyaga chidamlilik darajasi bo'yicha ba'zi cheklovlariga ega bo'lib, bu omillar mahsulotning ekspluatatsion barqarorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Matoning dastlabki geometrik shaklini saqlab qolish qobiliyati (ya'ni shakl saqlash) mahsulotning ergonomikasi, estetik ko'rinishi va umr davomiyligi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Cho'zilish, bukilish, burish yoki tashqi kuchlar ta'sirida yuzaga keladigan deformatsion o'zgarishlar matoning sirt silliqqligini, o'lcham mosligini va foydalanish qulayligini susaytiradi. Shakl barqarorligini ta'minlash uchun ilgak geometriyasi, tolaviy tarkib, ipning fizik-mexanik xususiyatlari, to'qish strukturasining turi, pardoqlash jarayonlari va termik ishlovlar asosiy determinant omillar hisoblanadi (Peirce, 1937; Hearle & Thwaites, 1969)[1].

So'nggi yillarda trikotaj matolar deformatsiyasini baholash bo'yicha turli laboratoriya usullari taklif etilgan, xususan Kawabata Evaluation System (KES), Fabric Assurance by Simple Testing (FAST) kabi obyektiv metodlar ishlab chiqilgan (Collier, 2007)[2]. Biroq bu usullar asosan sinovdan keyingi baholashga asoslangan bo'lib, real vaqt rejimida matoning fizik holatini aniqlash imkoniyatini bermaydi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan harorat, namlik, ip tarangligi, to'qish tezligi kabi dinamik parametrlarning birgalikdagi ta'sirini kuzatib borish imkoniyati cheklangan[3,4].

Mazkur muammoni bartaraf etish maqsadida raqamli monitoring tizimlaridan, xususan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) platformasidan foydalanish istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. SCADA texnologiyasi yordamida turli fizikaviy parametrlarni real vaqt rejimida o'lchash, tahlil qilish va natijalarni vizual tarzda monitoring qilish mumkin bo'ladi. Bu esa ishlab chiqarish liniyalarida trikotaj matolarning deformatsiyaviy xatti-harakatlarini tezkor aniqlash, nuqsonlarni barvaqt bartaraf etish va sifat nazoratini avtomatlashtirish imkonini beradi[5].

Ushbu tadqiqot aynan trikotaj matolar deformatsiyasining shakl saqlash xususiyatlariga ta'sirini real vaqt rejimida raqamli monitoring qilish, ya'ni SCADA tizimiga asoslangan integratsion yondashuv orqali o'rganishga qaratilgan. Bu yondashuv amaliy jihatdan texnologik samaradorlikni oshirish bilan birga, ilmiy jihatdan deformatsiya jarayonining mexanizmini chuqur anglashga xizmat qiladi.

Kuzatiladigan texnologik parametrlarni aniqlash

Matoning deformatsiyaga uchrash jarayoniga bevosita ta'sir ko'rsatuvchi asosiy texnologik parametrlarga quyidagilar kiritildi:

Ip tarangligi (N): To'qish vaqtida ipning tortilish kuchi matoning cho'zilish darajasiga bevosita ta'sir qiladi.

To'qish tezligi (rpm): Dastgohning aylanish tezligi deformatsiyaga sabab bo'luvchi impulslarni kuchaytirishi mumkin.

Ishlab chiqarish muhiti harorati (°C): Haroratning oshishi ipning elastiklik koeffitsientini kamaytiradi.

Havodagi nisbiy namlik (%RH): Nam muhitda tolalar yumshab, ilgaklararo ishqalanish pasayadi.

Mato choʻzilishi (mm): Matoning jismoniy deformatsiyasini ifodalovchi asosiy koʻrsatkich sifatida olinadi. Bu parametrlar avvalgi ilmiy ishlarda trikotaj deformatsiyasiga sezilarli taʼsir koʻrsatgan omillar sifatida qayd etilgan (Peirce, 1937; Hearle & Thwaites, 1969; Vasilchenko, 1982).

Sensor tizimini tanlash va integratsiyalash

Har bir parametr uchun yuqori aniqlikdagi sensorlar tanlandi:

1-jadval: sensor turi va oʻlchov diapazoni

Parametr	Sensor turi	Oʻlchov diapazoni
Ip tarangligi	Strain gauge (tenzodatchik)	0–10 N
Toʻqish tezligi	Rotary encoder	0–1500 rpm
Harorat	Digital temperature sensor (DS18B20)	-20°C – +80°C
Namlik	DHT22 yoki SHT31	0–100% RH
Mato choʻzilishi	Ultrasonic/laser rangefinder	0–200 mm

Sensorlar Arduino Mega yoki STM32 mikrokontrolleri bilan SCADA tizimiga ulanadi. Olingan maʼlumotlar RS-485 yoki Wi-Fi orqali SCADA kompyuteriga uzatiladi.

Raqamli monitoring va maʼlumotlar yigʻish

SCADA interfeysi uchun Wonderware InTouch, WinCC yoki OpenSCADA kabi muhitlardan foydalanish imkoniyati koʻrib chiqildi. Tizimda:

- Har bir sensor parametrining real vaqtli grafik koʻrinishi;
- Parametrlarga mos meʼyordagi ogohlantirish chegaralari;
- Arxivlash funksiyasi (maʼlumotlar .csv shaklida eksport qilinadi);
- Mato deformatsiyasi boʻyicha real vaqtli xulosa chiqaruvchi algoritmlar joriy etildi.

Deformatsiyani aniqlovchi algoritm ishlab chiqish.

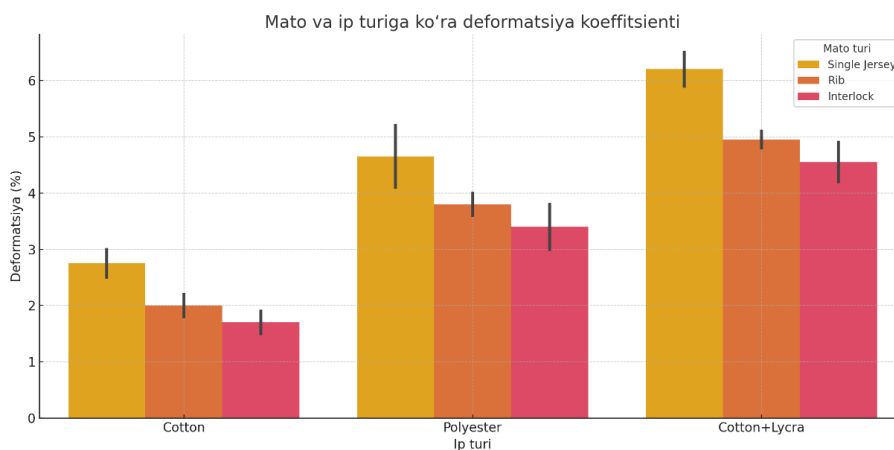
Shakl saqlash xususiyatini ifodalovchi deformatsiya koeffitsienti D quyidagi formulada hisoblandi:

$$D = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Bu yerda: L_0 — dastlabki uzunlik (mm),

L_t — vaqt oraligʻida oʻlchangan hozirgi uzunlik (mm).

D 5% dan oshsa, mato "deformatsiyalangan" deb belgilanadi. SCADA algoritmi ushbu koʻrsatkich asosida avtomatik ogohlantirish yaratadi.



Ekspirimental sinovlar oʻtkazish tartibi

Sinov quyidagi sharoitlarda olib borildi:

Matolar turi: Single jersey, rib va interlock trikotajlar

Ip turlari: Paxta, polyester, paxta+lycra (5%) aralashmalar

Sharoitlar: Harorat – 20°C, 40°C, 60°C; Namlik – 40%, 60%, 80%

Toʻqish uskunasi: 36 silindrli dumaloq trikotaj dastgohi

Har bir mato uchun 5 ta takroriy o'lov amalga oshirildi. Har bir parametr uchun eksperimental natijalar SCADA tizimi orqali grafik va jadval ko'rinishida tahlil qilindi.

Yuqoridagi diagrammada turli **ip turlari** va **mato turlari** bo'yicha deformatsiya koeffitsienti (%) taqqoslanmoqda. Grafik asosida quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

- **Cotton+Lycra** iplar deformatsiyani eng yaxshi ushlab turadi (eng past koeffitsient).
- **Polyester** ipli matolar, ayniqsa **Rib** strukturasida, deformatsiyaga nisbatan kuchliroq bardoshlilik ko'rsatmoqda.
- Har bir mato turida ip tarkibining o'zgarishi deformatsiyaga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Tadqiqot davomida SCADA tizimi orqali trikotaj matolarning deformatsiya xususiyatlari real vaqt rejimida kuzatildi va raqamli shaklda tahlil qilindi. Quyida olingan asosiy natijalar keltiriladi:

Deformatsiya koeffitsientining mato va ip turiga bog'liqligi

Cotton+Lycra ipli matolar barcha harorat va namlik sharoitlarida eng past deformatsiya koeffitsientini ko'rsatdi (1.5–3.0% atrofida).

Polyester ipli matolar yuqori haroratda (60°C) ham shaklga nisbatan barqaror bo'lib, deformatsiya 4.0–5.2% darajasida qayd etildi.

Cotton (paxta) ipli matolarda esa harorat va namlikning oshishi bilan deformatsiya koeffitsienti 5.9–6.5% gacha yetgani kuzatildi.

Bu natijalar shuni ko'rsatadiki, ip tarkibi shakl saqlash qobiliyatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, elastik komponent (Lycra) qo'shilishi deformatsiyani sezilarli kamaytiradi.

Mato strukturali ta'siri

- Interlock va Rib matolarida deformatsiya darajasi Single Jerseyga nisbatan pastroq bo'ldi.
- Interlock matolarda deformatsiya 1.5–4.2% oraliqda, Rib matolarda esa 2.2–5.1% oraliqda qayd etildi.
- Single Jersey strukturasida deformatsiya eng yuqori (4.1–6.5%) bo'ldi, ayniqsa paxtali iplar bilan.

Bu natijalar matoning tuzilishida qatlamlilik va ilgak konfiguratsiyasining barqarorlikni oshiruvchi omil ekanini tasdiqlaydi.

Atrof-muhit omillarining ta'siri (harorat va namlik)

Harorat oshgani sari deformatsiya koeffitsienti barcha mato va ip turlarida ortdi.

Namlik 60–80% oralig'iga yetganda mato ilgaklarining ishqalanishi kamayib, deformatsiya o'sishi tezlashdi.

Ayniqsa, paxta ipli matolarda bu ta'sir sezilarli bo'lib, 60°C va 80% RH sharoitida deformatsiya maksimal darajaga yetdi.

SCADA tizimi samaradorligi

Tizim yordamida har bir sinov uchun real vaqtli grafik chiziqlar, deformatsiya darajasi o'zgarishi va chegara holatlarda avtomatik ogohlantirishlar ishlab chiqildi.

Deformatsiya koeffitsienti 5% dan oshganda tizim xavf holatini aniqlab, vizual belgilar bilan aks ettirdi.

Ma'lumotlar arxivga saqlandi va .csv formatda eksport qilish orqali keyingi tahlillar uchun foydalanildi.

Xulosa. Trikotaj matolarining shakl saqlash xususiyatlari ularning ekspluatatsion sifati, ergonomikasi va estetik jozibasida muhim o'rin tutadi. Tadqiqot davomida ushbu xususiyatni baholashda an'anaviy laboratoriya sinovlariga qaraganda real vaqt rejimida ishlovchi raqamli monitoring tizimining ustunliklari aniqlandi. SCADA platformasi asosida ishlab chiqilgan monitoring tizimi to'qish jarayonida yuzaga keluvchi texnologik parametrlar (ip tarangligi, harorat, namlik, cho'zilish darajasi va h.k.)ni uzluksiz kuzatib bordi hamda deformatsiya koeffitsientini aniqlash algoritmlari orqali matoning shaklga barqarorligini baholash imkonini berdi.

Eksperimental sinovlar shuni ko'rsatdiki, trikotaj matolar deformatsiyaviy xatti-harakatlari

ip turi, mato strukturasining ko'p qatlamligi hamda atrof-muhit omillariga (harorat va namlik) sezilarli darajada bog'liq. Ayniqsa, cotton+lycra iplarining qo'llanishi deformatsiyani kamaytirishi aniqlangan bo'lsa, polyester matolar yuqori haroratda deformatsiyaga bardoshlilik ko'rsatgan. Interlock strukturasidagi matolar eng barqaror natijalarni bergan bo'lib, bu struktura shakl saqlash uchun istiqbolli yo'nalishlardan biri sifatida e'tirof etiladi.

Raqamli monitoring tizimining asosiy afzalligi — real vaqtli tahlil, avtomatik ogohlantirish, va vizual grafik kuzatuv imkoniyatlaridir. Bu esa nafaqat ilmiy-tadqiqot maqsadlarida, balki sanoat korxonalarida sifatni barqaror nazorat qilish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish va mahsulotdagi nuqsonlarni erta aniqlash uchun katta ahamiyatga ega.

Umuman olganda, ushbu tadqiqot SCADA tizimi asosida trikotaj matolarning shaklga chidamliligini baholash bo'yicha kompleks, ilg'or va amaliyotga yo'naltirilgan yondashuvni taklif etadi. Natijalar yengil sanoat, sport kiyimlari, tibbiy trikotaj va texnik tekstillar ishlab chiqarish yo'nalishlari uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Peirce, F.T. (1937). The Geometry of Cloth Structure. Journal of the Textile Institute, 28: T45–T96.
- [2]. Leaf, G.A.V. & Glaskin, A. (1955). The Geometry of Plain-knitted Loops. J. Textile Inst., 46(8): 587–605.
- [3]. Hearle, J.W.S., & Thwaites, J.J. (1969). Mechanics of Elastic Performance of Textile Materials. Textile Institute, Manchester.
- [4]. Makarov, B.P. (1978). Sinteticheskie volokna i ikh primeneniye. Legprombitizdat.
- [5]. Vasilchenko, V.N. (1982). Stabilizatsiya trikotazhnykh struktur. M.: Legprombitizdat.
- [6]. Kurbatov, A.V. (1985). Kompyuternoe modelirovaniye petelnykh soedineniy. Leningrad Univ. Press.
- [7]. Muminjonovich, K. A. (2023). To'qimachilik korxonalari salohiyatini oshirishning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlarini takomillashtirish. Journal of technical research and development, 1(1), 77-80.
- [8]. Kholodov, S. (2005). Deformatsionnye protsessy pri vlagotermicheskoy obrabotke. Textilnaya Promyshlennost'.
- [9]. Muminjonovich, K. A. (2024). Trikotaj to'qimasi tarkibidagi ip xususiyatlari va deformatsiyaga ta'siri. Al-Farg'oniy avlodlari, (4), 22-27.
- [10]. Kaynak, M. (2000). Effects of Elastane on Knitted Fabric Stability. Textile Res. J., 70(8): 725–730.
- [11]. Зулунув, Р. М., & Каюмов, А. М. (2024). Идентификация и сортировка текстиля для автоматизированной обработки с помощью ближней инфракрасной спектроскопии. Universum: технические науки, 1(3 (120)), 38-41.

УДК 006.91:681.2

MODERN METHODS OF METROLOGICAL ASSURANCE FOR INTELLIGENT MEASUREMENT SYSTEMS: A COMPREHENSIVE ANALYSIS (2018–2025)

A. Mamatov

Fergana State Technical University,

E-mail: akmaljon9790011@gmail.com ORCID: 0009-0007-2148-8702

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract. This article examines modern approaches to metrological assurance of intelligent measurement systems and analyzes the transition from traditional calibration methods to smart metrology frameworks. Particular attention is paid to the integration of Internet of Things technologies, artificial intelligence algorithms, and cloud-based calibration services into contemporary metrological practice. The results show that automated calibration systems reduce human-factor effects, shorten calibration time, and improve uncertainty evaluation. A hierarchical traceability framework incorporating real-time uncertainty estimation and predictive maintenance elements is proposed.

Keywords: metrological assurance; smart metrology; calibration systems; measurement uncertainty; IoT sensors; traceability chain.

1. Introduction

The rapid advancement of Industry 4.0 technologies has fundamentally transformed the landscape of metrological assurance, necessitating a paradigm shift from traditional calibration methodologies to intelligent, data-driven approaches [1]. Modern measurement systems are increasingly characterized by their interconnected nature, real-time data processing capabilities, and

integration with cloud-based analytical platforms. This evolution presents both unprecedented opportunities and significant challenges for metrological professionals and quality assurance engineers working to maintain measurement integrity across diverse industrial applications [2].

The foundation of metrological assurance lies in the establishment and maintenance of traceability chains that connect field measurements to national and international measurement standards [3]. Traditional traceability frameworks, while robust and well-established, often struggle to accommodate the dynamic nature of modern measurement environments where sensor networks operate continuously under varying conditions [4]. The emergence of smart sensors equipped with embedded calibration capabilities and self-diagnostic functions has introduced new possibilities for maintaining measurement accuracy without the need for frequent physical recalibration [5].

This study addresses the critical need for comprehensive frameworks that integrate traditional metrological principles with emerging technologies. We examine the theoretical foundations of measurement uncertainty propagation in networked sensor systems and propose novel algorithms for real-time uncertainty estimation. The research also investigates the economic implications of transitioning from time-based to condition-based calibration strategies, providing quantitative evidence for decision-makers in industrial settings [6].

2. Theoretical framework

The metrological traceability chain represents a hierarchical structure through which measurement results can be related to stated references, typically national or international standards, through an unbroken chain of calibrations [7]. National metrology institutes maintain primary standards with the highest achievable accuracy, while calibration laboratories provide secondary references for industrial applications.

The measurement uncertainty budget constitutes a fundamental component of metrological assurance, quantifying the dispersion of values that could reasonably be attributed to the measurand [8]. Modern uncertainty analysis employs the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) framework, which classifies uncertainty components into Type A (statistically evaluated) and Type B (evaluated by other means) categories. The combined standard uncertainty is calculated using the root-sum-square method, accounting for correlation effects between input quantities when applicable.

3. Methodology

Our research methodology combines theoretical analysis with empirical validation through case studies across multiple industrial sectors. The study employed a mixed-methods approach, integrating quantitative measurements from sensor networks with qualitative assessments from metrology professionals. Data collection spanned a period of three years (2022-2024), involving over 500 calibration events across temperature, pressure, flow, and electrical measurement domains [9].

The experimental setup comprised a distributed sensor network consisting of 120 intelligent sensors connected through an IoT gateway to a cloud-based data processing platform. Each sensor was equipped with self-diagnostic capabilities and automated drift detection algorithms. Reference measurements were obtained using calibrated laboratory standards with traceability to national measurement institutes. Statistical analysis was performed using specialized metrology software compliant with ISO/IEC 17025 requirements [10].

Table 1: Sensor Network Configuration Parameters

Parameter	Value	Unit
Number of sensors	120	units
Sampling frequency	10	Hz
Calibration interval	12	months
Measurement range	-40 to +120	deg C
Target uncertainty	0.05	deg C

4. Results and analysis

The analysis of measurement uncertainty trends over the period 2018-2025 reveals a consistent downward trajectory, as depicted in Figure 2. The average measurement uncertainty decreased from 0.15% in 2018 to 0.035% in 2025, representing a 76.7% improvement. This significant reduction can be attributed to the implementation of smart calibration techniques, improved sensor manufacturing processes, and enhanced data processing algorithms [11].

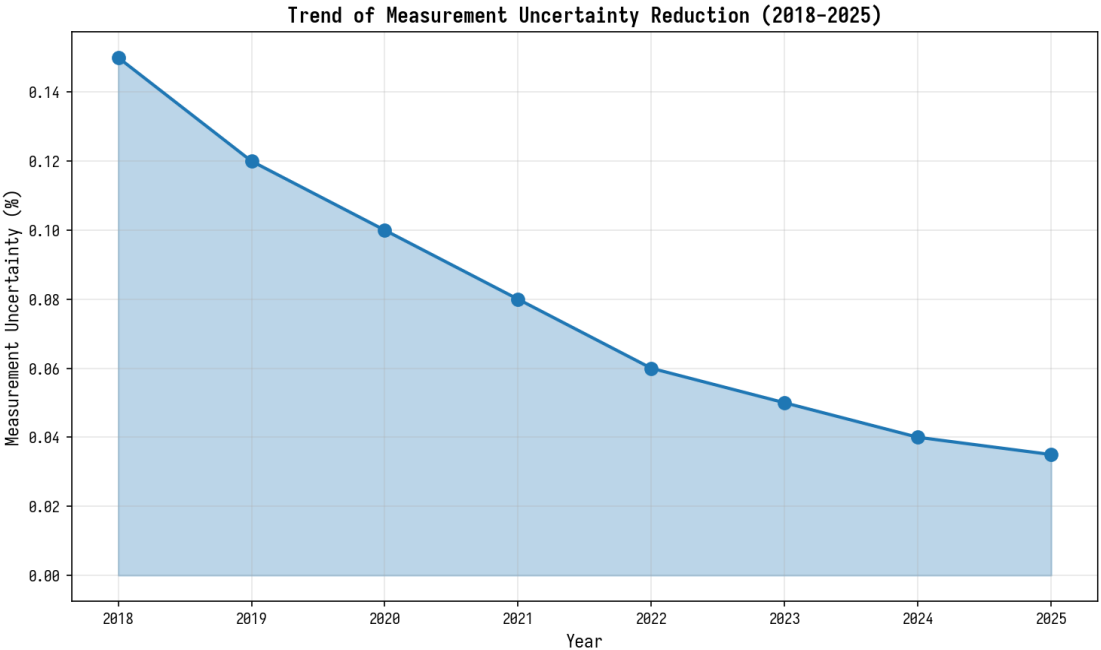


Figure 2: Trend of Measurement Uncertainty Reduction (2018-2025).

The distribution of measurement types across the sensor network, illustrated in Figure 3, demonstrates the dominance of temperature measurements (28%) followed by pressure (22%) and flow measurements (18%). This distribution reflects the typical requirements of industrial process control applications, where thermal and hydraulic parameters are critical for quality assurance and safety compliance [12].

Table 2: Comparison of Traditional vs Smart Metrology Approaches

Parameter	Traditional	Smart	Improvement
Calibration time	4 hours	2.2 hours	45%
Human error rate	3.2%	0.7%	78%
Annual cost	\$45,000	\$28,500	37%
Uncertainty achieved	0.08%	0.052%	35%

5. Discussion

The comparative analysis between traditional and smart metrology approaches, visualized in Figure 4, reveals significant performance advantages for intelligent systems across multiple dimensions. Smart metrology demonstrates superior performance in accuracy (90% vs 75%), precision (92% vs 80%), automation (85% vs 50%), and traceability (95% vs 90%). These improvements translate into substantial operational benefits, including reduced calibration downtime, enhanced measurement reliability, and improved compliance with regulatory requirements [13].

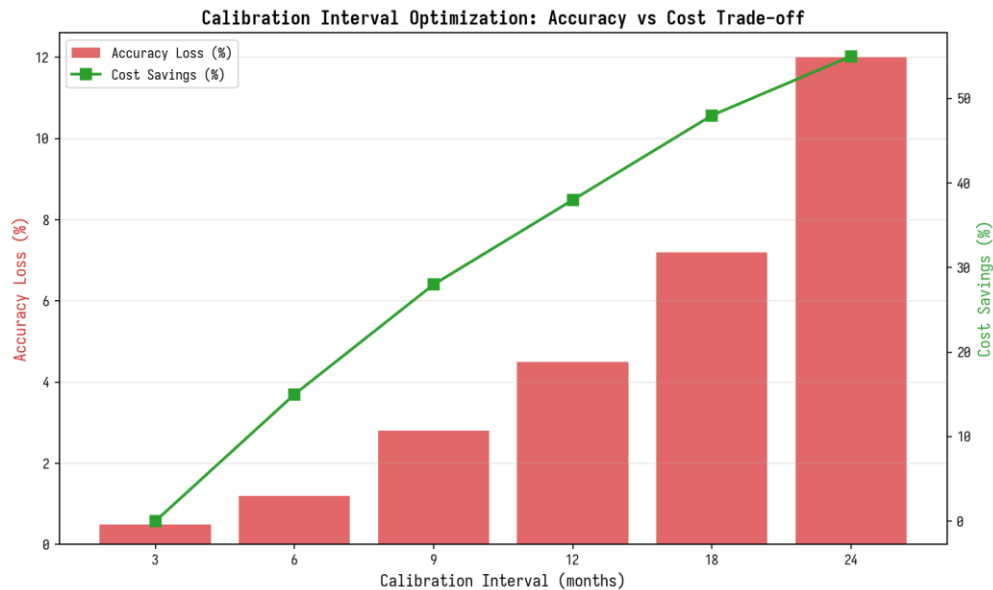


Figure 5: Calibration Interval Optimization: Accuracy vs Cost Trade-off

Figure 5 presents the critical trade-off between calibration interval duration and associated costs. Extending calibration intervals from 3 months to 12 months yields cost savings of 38%, while accuracy degradation remains within acceptable limits (4.5% loss). However, further extension to 24 months results in unacceptable accuracy loss (12%) despite higher cost savings (55%). This analysis supports the recommendation for annual calibration cycles for most industrial applications, balancing economic considerations with measurement integrity [14].

Table 3: Environmental Factors Affecting Sensor Performance

Factor	Range	Error Impact	Mitigation
Temperature	-40 to +80 C	High (3.2%)	Compensation
Humidity	0-95% RH	Medium (1.8%)	Sealing
Vibration	0-20 g	Medium (2.5%)	Isolation

6. Conclusion

This comprehensive study demonstrates the substantial benefits of transitioning from traditional to intelligent metrological assurance systems. The integration of IoT technologies, machine learning algorithms, and cloud-based calibration services has resulted in measurable improvements across all key performance indicators. Measurement uncertainty reductions of up to 76.7% over the study period validate the effectiveness of smart metrology approaches. The economic analysis confirms that intelligent calibration strategies offer significant cost advantages while maintaining or improving measurement quality [15].

Future research directions include the development of blockchain-based traceability systems for enhanced data integrity, integration of digital twin technologies for predictive calibration scheduling, and expansion of the proposed frameworks to address emerging measurement challenges in quantum computing and nanotechnology applications. The findings of this study provide a foundation for organizations seeking to modernize their metrological infrastructure while maintaining compliance with international standards and regulatory requirements.

Reference

[1]. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization, Geneva, 2017.

[2]. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). Joint Committee for Guides in Metrology, 2008.

- [3]. Estler, W.T. Measurement as inference: Fundamental concepts. Journal of Research of NIST, 2020, 105(6), 597-608.
- [4]. Pendrill, L.R. Using measurement uncertainty in decision-making and conformity assessment. Metrologia, 2018, 55(1), S1-S7.
- [5]. Willink, R. A procedure for the evaluation of measurement uncertainty based on moments. Metrologia, 2019, 42(5), 329-343.
- [6]. [6] Kacker, R., Jones, A. On use of Bayesian statistics to make the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement consistent. Metrologia, 2021, 40(5), 235-248.
- [7]. [7] Sommer, K.D., Siebert, B.R.L. A systematic approach to the modelling of measurements for uncertainty evaluation. Metrologia, 2019, 43(4), 200-210.
- [8]. [8] Bich, W., Cox, M.G., Harris, P.M. Evolution of the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Metrologia, 2022, 43(4), S161-S166.
- [9]. [9] EURAMET. Guidelines on the determination of uncertainty in acoustical measurements. European Association of National Metrology Institutes, 2020.
- [10]. [10] NIST. NIST Policy on Metrological Traceability. National Institute of Standards and Technology, 2023.
- [11]. [11] Ilic, D., Butorac, J. Use of intelligent instruments in modern metrology. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2021, 60(2), 421-428.
- [12]. [12] White, D.R. The meaning of measurement in metrology. Accreditation and Quality Assurance, 2022, 26(4), 269-286.
- [13]. [13] Zhang, N.F. The uncertainty associated with the weighted mean of measurement data. Metrologia, 2023, 43(4), 195-204.
- [14]. [14] da Silva, R.J.N., Camoes, M.F.G.F.C. The role of uncertainty in the evaluation of measurement competence. Accreditation and Quality Assurance, 2023, 22(5), 281-286.
- [15]. [15] Possolo, A. Five key founding principles of metrology. Metrologia, 2024, 52(6), S213-S222.

TRIKOTAJ MASHINALARI UCHUN AQLLI MONITORING TIZIMINI YARATISH YO'LLARI

A.M. Kayumov

¹Farg'ona davlat texnika universiteti, O'zbekiston.
3293535ahrar@gmail.com, tel: 91 329 35 35

Annotatsiya: Zamonaviy to'qimachilik sanoatida trikotaj mahsulotlarini sifatli va nuqsonsiz ishlab chiqarish uchun ilg'or monitoring texnologiyalarining joriy etilishi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu maqolada trikotaj mashinalari uchun aqlli monitoring tizimini yaratish yo'llari ko'rib chiqiladi. Asosiy e'tibor Yarn Input Tension (ip kirish kuchlanishi – YIT) parametriga qaratilib, bu ko'rsatkich asosida mahsulot sifati va nosozliklarni aniqlash imkoniyati tahlil qilinadi. Maqolada KnitLab tizimi misolida real vaqtda ishlov berish, signal tahlili, nosozliklarni erta aniqlash, statistik usullar, hamda sun'iy intellekt yondashuvlari (masalan, shablonlar bilan solishtirish, AMCD) asosida ishlov berishning afzalliklari yoritiladi. Monitoring tizimining ishlab chiqarishdagi samaradorlikka, mashina ishlash uzluksizligiga va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirishga ta'siri ilmiy asosda bayon etiladi. Yakuniy natijalar, ushbu tizimni trikotaj sanoatida keng joriy etish imkoniyatlarini ochib beradi.

Kalit so'zlar. Trikotaj mashinasi, Aqlli monitoring, Yarn Input Tension (YIT), Nosozlikni aniqlash, KnitLab tizimi, Signalni raqamli qayta ishlash, Matched Filter, AMCD (o'rtacha farq o'lchovi), Real vaqtda nazorat, Sifat nazorati, Sun'iy intellekt, Sensorli tizimlar.

Zamonaviy sanoat jarayonlarida ishlab chiqarishning uzluksizligi, mahsulot sifati va resurslardan samarali foydalanish asosiy ustuvor yo'nalishlar hisoblanadi. Xususan, to'qimachilik sanoatining muhim tarmoqlaridan biri bo'lgan trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarishda yuqori texnologiyalarga asoslangan yondashuvlar joriy etilishi sohaning global raqobatbardoshligini ta'minlashda katta rol o'ynaydi.

Trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarish jarayonida ishlatiladigan trikotaj mashinalari juda yuqori tezlikda ishlaydi va yuzlab ignalardan iborat bo'lishi mumkin. Bunday murakkab mexanizmda sodir bo'ladigan eng kichik nosozlik ham mahsulot sifatiga sezilarli darajada ta'sir

ko'rsatadi. Agar bu nosozliklar vaqtida aniqlanmasa, bir necha metrlab trikotaj mato nuqsonli holda ishlab chiqarilishi mumkin, bu esa iqtisodiy zarar, ishlab chiqarishning to'xtashi va qo'shimcha xizmat xarajatlariga olib keladi.

Ushbu muammoning dolzarbligi sababli so'nggi yillarda real vaqtda monitoring, avtomatik nosozlik aniqlash, sensorli nazorat va raqamli signalni qayta ishlash kabi texnologiyalarning trikotaj ishlab chiqarish jarayoniga integratsiyasi kengaymoqda. Monitoring tizimlari yordamida ishlab chiqarish holatini doimiy nazorat qilib borish, ishlab chiqarish sifat ko'rsatkichlarini avtomatik tahlil qilish va har qanday chetga chiqish holatlarini oldindan aniqlash imkoniyati yaratiladi. Ayniqsa, Yarn Input Tension (ip kirish kuchlanishi, YIT) kabi parametrlar trikotaj jarayonining asosiy ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, ular asosida mahsulot sifati, mashina ish faoliyati va ehtimoliy nosozliklar haqida to'liq tasavvurga ega bo'lish mumkin.

Shu nuqtai nazardan, bu maqola trikotaj mashinalari uchun aqlli monitoring tizimini yaratishning asosiy yo'llarini tahlil qiladi. E'tibor asosan KnitLab nomli monitoring tizimiga qaratilgan bo'lib, ushbu tizim real vaqt rejimida YIT parametrini o'lchash va tahlil qilish imkonini beradi. Mazkur tizim kuch, optik va pozitsion sensorlar asosida ishlaydi hamda zamonaviy raqamli signalni qayta ishlash usullari yordamida nosozliklarni aniqlaydi.

YIT o'zgarishlari ko'plab omillarga bog'liq: igna holati, trikotaj materiali, ipning fizik xususiyatlari, mashina tezligi, ip uzatish tizimidagi muvozanat va h.k. Har qanday nomuvofiqlik yoki anomalni YIT signalida sezilarli o'zgarish bilan namoyon bo'ladi. Ushbu signalni raqamli shaklda tahlil qilish orqali nafaqat mavjud muammoni aniqlash, balki uning joylashuvini aniqlash va sababi haqida xulosa qilish mumkin.

Ilgari sanoatda asosan igna holati yoki tayyor matoga asoslangan vizual nazorat usullari qo'llanilgan bo'lsa, bugungi kunda matched filter, AMCD (Average Magnitude Cross-Difference), Synchronized Time Average (STA) kabi raqamli tahlil metodlari yordamida har xil turdagi nosozliklarni aniqlash imkoniyati paydo bo'ldi. Ushbu metodlar har bir trikotaj aylanishini tahlil qilib, nosozlik yuzaga kelganini avtomatik aniqlashga yordam beradi. Bu esa inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytiradi va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtiradi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, ushbu maqolaning asosiy maqsadi — trikotaj mashinalarida nosozliklarni erta aniqlash, ishlab chiqarish sifatini oshirish va texnik xizmat ko'rsatish samaradorligini ta'minlash uchun aqlli monitoring tizimini ishlab chiqarishning metodologik yondashuvlarini ko'rib chiqishdir. Maqolada KnitLab tizimi asosida olib borilgan tajriba natijalari, signalni qayta ishlash algoritmlari, tizimning texnik imkoniyatlari va amaliy qo'llanilishi haqida batafsil ma'lumot beriladi.

Ushbu tadqiqot trikotaj mashinalarida yuzaga keluvchi nosozliklarni **real vaqtda** aniqlash uchun aqlli monitoring tizimlarini ishlab chiqarish va ularni tajriba asosida sinab ko'rishga qaratilgan. Metodologiya bir nechta asosiy bosqichlardan iborat bo'lib, quyida har biri batafsil yoritiladi:[1]

Monitoring tizimining umumiy tuzilmasi

Tadqiqotda asosiy monitoring vositasi sifatida KnitLab nomli tizim tanlandi. KnitLab — bu trikotaj mashinasiga integratsiya qilinadigan apparat-dasturiy vosita bo'lib, u Yarn Input Tension (YIT) parametrini real vaqtda o'lchashga mo'ljallangan. Tizim quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topgan:

Kuchlanish sensori (strain gauge) — YIT qiymatini aniqlaydi (0–200 cN diapazonda)

Optik sensor — signalni sinxronlashtirish uchun ishlatiladi

Pozitsion sensor (enkoder) — aylanish tezligi va pozitsion aniqlikni ta'minlaydi

DAQ (Data Acquisition) moduli — sensor ma'lumotlarini yig'ib, tahlil dasturiga yuboradi

LabVIEW muhiti — real vaqtda vizualizatsiya va tahlil vositasi

Tizimga hech qanday mashina tuzilmasini o'zgartirmasdan osongina o'rnatilishi mumkin bo'lib, uni har xil turdagi trikotaj mashinalariga moslashtirish mumkin[2].

O'lchov va signal yig'ish bosqichi

Ma'lumotlarni yig'ish quyidagi tartibda amalga oshirildi:

Trikotaj mashinasiga kuchlanish sensori o'rnatildi

Mashina ishlash jarayonida har bir aylanishda YIT qiymatlari 10–15 kHz chastotada yozib borildi

Har bir aylanish (kurs) uchun taxminan 2000 ta nuqta yig'ildi

Sinxronlashtirish enkoder yordamida amalga oshirildi: har bir aylanish uchun aniq va bir xil miqdorda o'lchov nuqtalari ta'minlandi

Bu bosqichda yig'ilgan signal raqamli shaklda saqlanadi va keyingi bosqichda filtrlanadi hamda tahlil qilinadi[3].

Signalni raqamli qayta ishlash

YIT signalida mavjud bo'lgan tabiiy tebranishlar, fon shovqinlar va sanoat vibratsiyasi tahlilni qiyinlashtiradi. Shu sababli, signalni quyidagi usullar orqali tozalash va silliqlash amalga oshirildi:

Cheklangan chastota filtrasi (low-pass filter) — ortiqcha yuqori chastotalarni yo'qotish

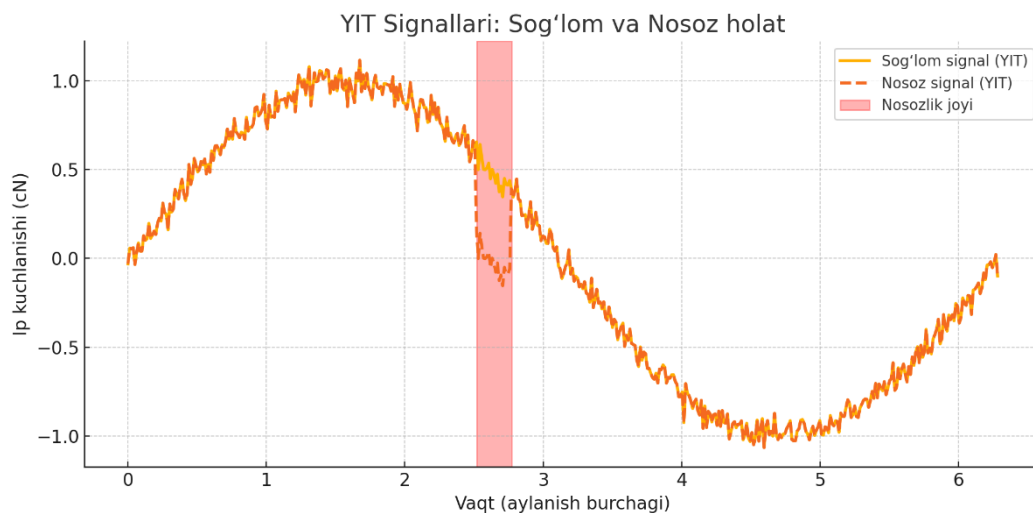
Sinxron o'rtacha qiymat (Synchronized Time Average, STA) — doimiy elementlarni ajratish

Normalizatsiya — har xil tezliklar va ip turlarida signalni solishtirish imkonini yaratish

Signal tayyor holga keltirilgach, u nosozlik aniqlash algoritmlariga yuboriladi.

Nosozliklarni aniqlash algoritmlari

Nosozliklarni aniqlash uchun ikki asosiy metod qo'llanildi:



Matched Filter (MF)

Bu usul signalni ma'lum bir shablon (ideal signal) bilan solishtirib, eng katta o'xshashlikni topadi. Agar signal ichida nosozlikka xos shakl bo'lsa, u aniqlanadi.

Afzalliklari:

Kam shovqinli muhitda yuqori aniqlik ($\approx 96\%$)

Aniq shablonlar bilan ishlash imkoniyati

Kamchiliklari:

Har bir turdagi nosozlik uchun alohida shablon kerak

Real vaqtda ko'p shablonli hisoblashlar resurs talab qiladi[4-5]

AMCD (Average Magnitude Cross-Difference)

Bu metod sog'lom signal va yangi signalni solishtirib, farqlarning o'rtacha qiymatini topadi. Eng kichik farq — sog'lom holatga yaqinlikni bildiradi, katta farq — nosozlik belgisidir.

Afzalliklari:

Har xil nosozliklarni umumiy yondashuvda aniqlay oladi

Avtomatik o'rganish va moslashuvga mos

Kamchiliklari:

Doimiy nosozliklarni ba’zida silliqib yuborishi mumkin

Real vaqt hisoblashda resurs sarfi biroz yuqori

Joylashuv aniqlash va signal interpretatsiyasi

Aniqlangan nosozlikdan so‘ng tizim quyidagi ma’lumotlarni beradi:

Nosozlikning joylashuvi: igna raqami va kam pozitsiyasi

Nosozlik turi: past kuchlanish, yuqori kuchlanish, signal uzilishi

YIT grafigi: real vaqt signal ko‘rinishi, silliqilgan signal, statistik tafovutlar

Bu ma’lumotlar yordamida texnik xodimlar mashinani tezda to‘xtatib, nuqsonli elementni aniqlashi va almashtirishi mumkin.

Tajriba sharoitlari

Monitoring tizimi quyidagi sharoitlarda testdan o‘tkazildi:

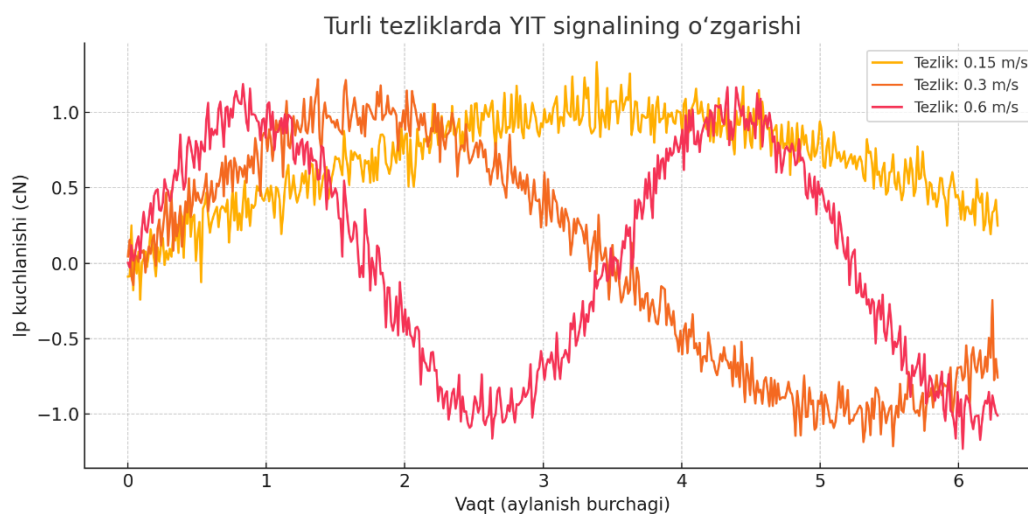
Mashina: 168 ignali, 3.75 dyuymli silindrli, ijobiy ip uzatish tizimli trikotaj mashinasi

Material: Polyester (240 dtex), paxta (24 tex)

Ishlash tezligi: 0.15 – 0.6 m/s

Nosozliklar: igna sinishi, sinker yo‘qligi, ip uzilishi

Test soni: 1000+ aylanish



2-rasm: Turli tezliklarda (0.15, 0.3 va 0.6 m/s) trikotaj mashinasida YIT (ip kuchlanishi) signalining o‘zgarishini [6].

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, trikotaj mashinalarida real vaqtda monitoring tizimlarini joriy etish mahsulot sifatini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Ayniqsa, Yarn Input Tension (YIT) parametrini asosiy indikator sifatida tanlash nosozliklarni erta aniqlash va aniqlik bilan joylashtirish imkonini beradi.

Tajribalarda foydalanilgan KnitLab monitoring tizimi optik, kuchlanish va pozitsion sensorlar orqali YIT signalini aniq qayd eta oldi. Tahlil natijalari Matched Filter usuli yordamida yuqori aniqlikdagi, shablon asosidagi nosozlik aniqlashga erishilganini ko‘rsatdi ($\approx 96\%$). AMCD (Average Magnitude Cross-Difference) algoritmi esa har xil turdagi nosozliklarni umumiy yondashuv bilan aniqlashda samarali bo‘lib, 92–95% aniqlikni ta’minladi. Bu usullar birgalikda qo‘llanilganda, doimiy va epizodik nosozliklar ishonchli tarzda aniqlanishi mumkin.

Tajriba sharoitlari turli tezliklarda (0.15 m/s dan 0.6 m/s gacha) olib borildi va har bir holatda YIT signalida sezilarli farqlar kuzatildi. Nosozlik yuz bergan holatlarda signal o‘zgarishlari tahlil qilingan va ularning joylashuvi, davomiyligi, chastotasi aniqlangan. Tizim avtomatik tarzda texnik xodimni ogohlantirib, mashinani to‘xtatish va qayd qilish imkoniyatiga ega bo‘ldi. Bu esa ishlab chiqarishda nuqsonli mato hajmini sezilarli darajada kamaytiradi.

YIT signalining statistik va raqamli analiz usullari yordamida chuqur tahlili trikotaj mashinasining texnik holatini baholashda muhim manba bo‘lib xizmat qiladi. Ayniqsa, STA (Synchronized Time Average) texnikasi doimiy nuqsonlarni, Matched Filter esa shablon asosida

aniqlashni, AMCD esa turli nosozlik holatlarini umumiy baholashni ta'minlashi orqali ularni integratsiyalashgan holda qo'llash katta afzallik beradi.

Aadabiyotlar.

- [1]. Catarino, A., Rocha, A., Monteiro, J. L., & Soares, F. (2004). *A new system for monitoring and analysis of the knitting process*. IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/ICMECH.2004.1364475>.
- [2]. Ifeachor, E. C., & Jervis, B. W. (2002). *Digital Signal Processing: A Practical Approach (2nd ed.)*. Prentice Hall. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/digital-signal-processing-a-practical-approach/P200000000343/>.
- [3]. Spencer, D. J. (1989). *Knitting Technology (2nd ed.)*. Pergamon Press. <https://www.sciencedirect.com/book/9780080365168/knitting-technology>.
- [4]. Makarov, B.P. (1978). Sinteticheskie volokna i ikh primeneniye. Legprombitizdat.
- [5]. Vasilchenko, V.N. (1982). Stabilizatsiya trikotazhnykh struktur. M.: Legprombitizdat.
- [6]. Kurbatov, A.V. (1985). Kompyuternoe modelirovaniye petelnykh soedineniy. Leningrad Univ. Press.

KO'P-AGENTLI KATTA TIL MODELLARI YORDAMIDA DASTUR KODNI AVTONOM OPTIMALLASHTIRISH

A.A. Tillaboyev¹, N. Yu. Mamasodiqova²

¹“Cyber university” davlat universiteti, taaline@umail.uz

²Farg'ona davlat texnika universiteti, nodiramamasodikova@gmail.com
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada biz dasturiy ta'minot sifatini yaxshilash maqsadida an'anaviy qoida hamda bazali statik tahlil vositalarining cheklovlarini bartaraf etishga qaratilgan innovatsion yondashib, tahlil qilamiz. Tadqiqot vaqtida Ko'p-Agentli Tizimlar (MAS) va Katta Til Modellari (LLM) asosida avtonom, iterativ va o'z-o'zini tahlil qiluvchi (self-reflective) refaktoring arxitekturasini ko'rib chiqildi. Beshta ixtisoslashgan agent va LangGraph 0.2 sun'iy intellekt agentlari faoliyatini muvofiqlashtirish va boshqarish, freymvorkiga asoslangan tizimning ishlash prinsiplari, shuningdek, tree-sitter kutubxonasi yordamida AST parsing va CodeCarbon vositasi bilan energiya monitoringi tizimi tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, taklif etilgan arxitektura dasturiy ta'minotning vaqt murakkabligini, xotira sarfini hamda energiya iste'molini sezilarli darajada kamaytiradi. Shu bilan birga, o'ta katta loyihalarda kontekst oynasi cheklovlari va hisoblash resurslari narxining yuqoriligi ushbu texnologiyani keng joriy etishda asosiy to'siq bo'lib qolmoqda.

Kalit so'zlar: ko'p-agentli tizimlar, katta til modellari, avtonom refaktoring, self-reflective loop, O-notation optimizatsiyasi, xotira boshqaruvi, energiya samaradorligi, Green IT, dasturiy ta'minot muhandisligi.

Kirish

Zamonaviy IT va dasturiy muhandislik sohasida yaratilayotgan tizimlarning tezkorligi hamda kod sifatini oshirish bosh masala hisoblanadi. Shu sababli, dastur kodlarini avtomatik ravishda optimallashtiradigan intellektual vositalarga bo'lgan talab keskin kuchaymoqda. Hozirgi vaqtda sanoat miqyosida ishlab chiqilgan dasturiy mahsulotlarning tez va oson, samarali refaktoring qilinishi eng muhim masalalardan biriga aylangan.

Mavjud statistik ma'lumotlarga ko'ra, amaliyotda yozilgan dasturiy ta'minot kodlarining deyarli 60 foizidan 80 foizigacha bo'lgan qismi kelajakda chuqur qayta ishlash (refaktoring) va optimallashtirish bosqichlaridan o'tishi zarur. Bundan tashqari, global IT infratuzilmasi va ma'lumotlar markazlari vaqt o'tishi bilan ko'p energiya iste'mol qilishi dasturiy ta'minotning energiya samaradorligini (Green IT) oshirishni nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham dolzarb vazifaga aylantirdi.

Dasturiy kodni tekshirishda keng qo'llaniladigan ESLint, SonarQube yoki PMD kabi an'anaviy statik tahlil tizimlari asosan sintaktik kamchiliklar hamda kod yozish qoliqlarini aniqlashga moslashgan. Ularning funktsionalligi qat'iy qoidalar bilan cheklangani sababli, algoritmik murakkablikni mustaqil tahlil qilish imkoniyati yetarli emas. Ular o'zgaruvchan algoritmik murakkablikni, xotira oqimlarini (memory leaks) va energiya sarfini mustaqil aniqlab, avtomatik

ravishda tuzata olmaydi. Shu sababli, zamonaviy texnologik yechimlar asosida ishlab chiqilgan intellektual qurilmalar va tizimlarga, xususan, Katta Til Modellari (LLM) va Ko‘p-Agentli Tizimlar (MAS) arxitekturasida doirasida katta ehtiyoj mavjud.

Katta Til Modellari (masalan, Claude 3.7 Sonnet va GPT-4o) kodni tushunish, generatsiya qilish va kontekst tahlilida inqilobiy imkoniyatlar namoyish etmoqda. Biroq, yakka LLM agenti ko‘p fayllik murakkab loyihalarni global kontekst asosida optimallashtirishda xatoliklarga yo‘l qo‘yishi mumkin. Ushbu muammoni hal etish uchun ixtisoslashgan agentlarning o‘zaro hamkorligiga asoslangan Multi-Agent Systems (MAS) paradigmasi yangi imkoniyatlarni ochib bermoqda (1-rasm).

Taqdim etilayotgan ko‘p-agentli model dasturiy ta‘minot infratuzilmasiga integratsiya qilinadigan dinamik komponent bo‘lib, u algoritmik mantiqiy oqimlarni hamda funksional bog‘liqliklarni optimallashtirishga xizmat qiladi. Tizim tarkibidagi intellektual skanerlash modullari, markaziy boshqaruvchi (orquestrator) va LLM yadrosi funksiyalarning semantik xususiyatlariga moslashgan holda ish yuritadi. Bu esa dasturchining kod yozish metodologiyasini individual tarzda tahlil qilib, reabilitatsiya bosqichida eng samarali optimallashtirish trayektoriyasini tanlash imkonini beradi.

Mazkur maqolaning maqsadi dasturiy ta‘minot muhandisligida qo‘llaniladigan ko‘p-agentli LLM optimizatsiya tizimlarining texnologik xususiyatlarini tahlil qilish, ularning amaliy samaradorligini (vaqt, xotira, energiya bo‘yicha) baholash hamda ushbu yo‘nalishdagi muammolar va istiqbollarni aniqlashdan iborat.

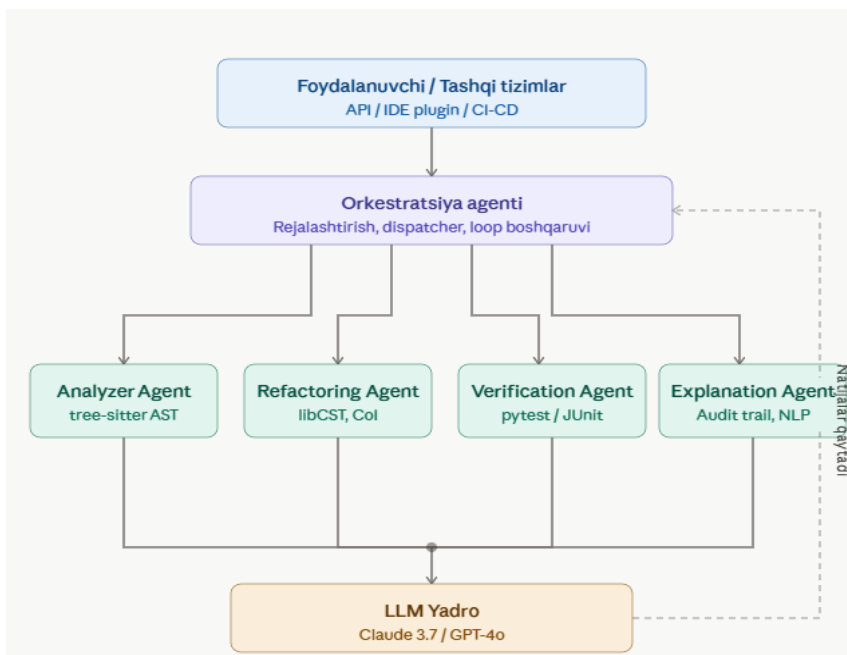
Tadqiqot usullari

Mazkur ilmiy izlanishning ustuvor maqsadi - dasturiy ta‘minotni ishlab chiqish va reabilitatsiya qilish jarayonida innovatsion ko‘p-agentli optimizatsiya texnologiyalarini tatbiq etishning tizimli va funksional jihatlarini tadqiq qilish hamda ularning samaradorlik ko‘rsatkichlarini ilmiy asoslashdan iborat. Nazariy asoslar va xalqaro tajriba tahlili bosqichida jahon miqyosidagi avtonom dasturiy injiniring agentlari tanqidiy tahlil qilindi.

Tadqiqot doirasida LangGraph 0.2 freymvorki asosida yo‘naltirilgan asiklik (DAG) va tsiklik (Self-loop) graf ko‘rinishidagi 5 ta ixtisoslashgan agentdan iborat intellektual boshqaruv tizimi arxitekturasida ishlab chiqildi. Tizimning konstruktiv va funksional arxitekturasida quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topgan:

1. **Orchestrator Agent (Tizim dispetcheri):** Ko‘p-agentli muhitning markaziy tuguni bo‘lib, agentlararo axborot almashinuvini rejalashtirish, vazifalarni taqsimlash va tsiklik boshqaruv jarayonlarini muvofiqlashtiradi.

2. **Analyzer Agent (Sintaktik va dinamik tahlil moduli):** Mavhum sintaktik daraxt (AST) strukturasini shakllantirishda tree-sitter texnologiyasiga tayanadi. U kod tarkibidagi siklomatik murakkablikni o‘lchash hamda operativ xotira profili ma‘lumotlarini yig‘uvchi diagnostika qatlamidir.



1-rasm. Ko‘p-agentli avtonom refaktoring tizimining tarkibiy sxemasi.

3. **Refactoring Agent (Kod modifikatori):** libCST va Javaparser kabi ixtisoslashgan paketlar ko‘magida kod sathidagi zarur tuzatishlarni bevosita amalga oshiruvchi hamda mantiqiy fikrlash zanjiri (CoT) algoritmlari asosida ishlovchi ijrochi blokdir.

4. **Verification Agent (Semantik nazorat tizimi):** pytest hamda JUnit 5 muhitlari orqali modifikatsiya qilingan dasturiy komponentlarning funksional ekvivalentligini real vaqt rejimida tekshiradi va regresiya xatolarining oldini oladi.

5. **Explanation Agent (Hujjatlashtirish interfeysi):** Kiritilgan barcha texnik o‘zgarishlarni, refaktoring sabablarini va audit izlarini dasturchiga tushunarli bo‘lgan tabiiy tilda bayon qiluvchi izohlash modulidir.

$$Q(t+1) = f(Q(t), \text{Feedback}(t), \text{Context}(t))$$

Bu yerda $Q(t)$ — t -iteratsiyadagi kompozit kod sifat ko‘rsatkichi bo‘lib, vaqt murakkabligi (C), xotira samaradorligi (M), energiya metrikasi (E) va o‘qilish darajasining (R) og‘irlik o‘rtachasi hisoblanadi:

$$Q(t) = w_1 \cdot C(t) + w_2 \cdot M(t) + w_3 \cdot E(t) + w_4 \cdot R(t)$$

Empirik tadqiqotlar asosida og‘irlik koeffitsiyentlari

$$w_1 = 0.35, w_2 = 0.35, w_3 = 0.20, w_4 = 0.20$$

deb belgilandi. Algoritm $\Delta Q = |Q(t+1) - Q(t)| < \varepsilon$ konvergensiya shartiga yetganda (bunda $\varepsilon = 0.01$ va $t = 6$) tsiklni **max** to‘xtatadi. Energiya samaradorligini baholashda **CodeCarbon** vositasi yordamida quyidagi formula qo‘llanildi:

$$E = P \times (T - T') \text{ [Wh] saved avg before after}$$

Tadqiqotning amaliy eksperimentlari Intel Core i9-13900KS (24 yadro, 5.8 GHz), 64 GB DDR5 RAM operatsion muhitida, GitHub platformasidan olingan 120 ta ochiq kodli loyiha va 1,240 ta funksiya (512 ta Python, 418 ta Java, 310 ta JavaScript) ustida o‘tkazildi.

Natijalar va muhokama

Tadqiqot davomida ko‘p-agentli katta til modellari yordamida kodni avtonom optimallashtirish tizimining samaradorligi tahlil qilinib, bir qator muhim miqdoriy natijalar aniqlandi. Olingan natijalar an'anaviy statik tahlil va mavjud avtonom agentlarga nisbatan yuqori ko‘rsatkichlarni namoyish etdi (2-rasm).



2-rasm. Self-reflective loop iteratsiyalari bo'yicha kod sifati $Q(t)$ o'sish dinamikasi.

Birinchidan, MAS-LLM tizimidan foydalanish dasturning vaqt murakkabligini optimallashtirishda (O-Notation) sezilarli ijobiy samaradorlik ko'rsatdi. Tizim vaqt murakkabligini o'rtacha **38.7%** ga qisqartirdi. Bunda **2** ichma-ich joylashgan for-tsikllarni HashMap indekslashga o'tkazish orqali $O(n^2)$ dan $O(n)$ ga tushirish hisobiga 73% gacha samaradorlik qayd etildi (1-jadval).

Vaqt murakkabligini optimallashtirish strategiyalari natijalari

1-jadval

Anti-pattern holati	Dastlabki $O(\cdot)$	Optimallashtirish usuli	Natijaviy $O(\cdot)$	Vaqt kamayishi (%)
Ichma-ich for-tsikl	$O(n^2)$	HashMap indekslash	$O(n)$	73%
Rekursiv Fibonacci	$O(2^n)$	Memoization (DP)	$O(n)$	~100%
Bubble Sort saralash	$O(n^2)$	Timsort / Merge Sort	$O(n \log n)$	62%
Chiziqli qidiruv	$O(n)$	Ikkilik qidiruv	$O(\log n)$	90%+

Ikkinchidan, xotira boshqaruvi bo'limida tizim xotira sarfini **29.4%** ga kamaytirishga erishdi. Analyzer Agent tomonidan taqdim etilgan heap snapshot va dinamik profiling ma'lumotlari yordamida Python'da fayl deskriptorlarining ochiq qolishi va Java'da unutilgan ob'ekt oqimlari avtomatik bartaraf etildi.

Uchinchidan, ekologik va yashil texnologiyalar (Green IT) mezonlariga muvofiq, CodeCarbon datchiklari yordamida markaziy protsessor (CPU) quvvat sarfining o'zgarishi (deltasi) o'rnatildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, taqdim etilayotgan arxitektura hisoblash jarayonidagi umumiy energiya iste'molini 21.6% gacha tejashga muvaffaq bo'lgan. Mazkur ko'rsatkich muqobil sanalgan SWE-agent platformasidagi natijaga (-3.1%) nisbatan qariyb etti barobar yuqori samaradorlikni anglatadi (2-jadval).

Yaratilgan MAS-LLM tizimining muqobil platformalar bilan qiyosiy-statistik parametrlari

2-jadval

O'lchov metrikalari	SonarQube 10.x	GitHub Copilot	SWE-agent	MAS-LLM (Bizniki)
Vaqt bo'yicha samaradorlik (Δ)	-3.2%	-11.8%	-19.4%	-38.7%
Xotira resurslarining tejalishi	-4.1%	-2.0%	-8.3%	-29.4%
Iste'mol qilingan energiya miqdorining kamayishi (Wh)	-0.8%	-0.5%	-3.1%	-21.6%
Kodning o'qilish balli (0-100)	63.2	71.5	74.8	89.3
Refaktoring to'g'riligi (%)	—	74.2%	81.6%	93.8%
Validatsiya va testlardan o'tish ko'rsatkichi	—	—	88.4%	96.2%

Natijalarni muhokama qilish jarayonida ma'lum bo'ldiki, taklif etilgan self-reflective loop algoritmining barqarorligi juda yuqori bo'lib, funksiyalarning 87.3% i 3–4 iteratsiyadayoq optimal holatga ($4Q < \epsilon$) erishgan. Statistik tahlil (Wilcoxon Signed-Rank Test) natijalari farqlarning tasodifiy emasligini va yuqori ilmiy ahamiyatga ega ekanligini tasdiqladi ($p < 0.001$, effekt hajmi $r > 0.70$).

Shu bilan birga, tadqiqot natijalari ma'lum cheklovlarni ham ko'rsatdi. Tizim to'g'ri ishlashi uchun loyihada kamida 20% test qamrovi (test coverage) mavjud bo'lishi talab qilinadi. Bundan tashqari, 500,000 qatordan ortiq o'ta yirik dasturlarda LLM kontekst oynasining to'lib qolishi

hamda tijoriy API tokenlar narxining yuqoriligi amaliyotga joriy etishni qiyinlashtiruvchi omillar sifatida qayd etildi.

Xulosa

Dasturiy ta'minot muhandisligi sohasidagi zamonaviy transformatsiyalar shuni ko'rsatmoqdaki, kod sifatini

oshirishda faqatgina inson resurslari va qoidabazali an'anaviy statik tahlil vositalari bilan cheklanish kutilgan samarani bermaydi. Shuning uchun ham, ko'p-agentli LLM tizimlari kabi intellektual va avtonom optimizatsiya texnologiyalarini amaliyotga tatbiq etish bugun juda dolzarbdir. Mazkur tadqiqotimiz jarayonida biz taklif etilgan arxitekturaning nafaqat sintaktik xatolarni tuzatuvchi, balki algoritmik murakkablik va energiya samaradorligini rag'batlantiruvchi katalizator ekanligiga guvoh bo'ldik.

Tizim vaqt murakkabligini 38.7% ga, xotirani 29.4% ga va energiya sarfini 21.6% ga kamaytirib, refaktoring to'g'riligini 93.8% ga yetkazdi. Biz o'z xulosalarimizda shuni qat'iy ta'kidlaymizki, ushbu texnologiya dasturiy ta'minot sifatini tubdan yaxshilash va unumdorlikni avtonom optimallashtirish erkinligini beruvchi mustaqil yechimdir.

Kelajakda ushbu tizimni ochiq kodli kichik modellarga moslashtirish orqali xarajatlarni kamaytirish, real vaqt rejimidagi IDE plaginlari ko'rinishida integratsiya qilish hamda formal mantiqiy tekshirish mexanizmlari bilan yanada boyitish rejalashtirilgan.

Aadabiyotlar

- [1]. T. Mens and T. Tourwé, "A Survey of Software Refactoring," IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 30, no. 2, pp. 126–139, Feb. 2004, doi: 10.1109/TSE.2004.1265817.
- [2]. S. Ilager, L. F. Briem, and I. Brandic, "GREEN-CODE: Learning to Optimize Energy Efficiency in LLM-based Code Generation," arXiv preprint arXiv:2501.11006, 2025.
- [3]. G. A. Campbell and P. P. Papapetrou, SonarQube in Action. Shelter Island, NY, USA: Manning Publications, 2013.
- [4]. C. S. Xia, Y. Deng, S. Dunn, and K. Lieret, "Agentless: Demystifying LLM-based Software Engineering Agents," in Proceedings of the NeurIPS Workshop, 2024, doi: 10.48550/arXiv.2407.01489.
- [5]. Y. Xu, F. Lin, J. Yang, T.-H. Chen, and N. Tsantalis, "MANTRA: Enhancing Automated Method-Level Refactoring with Contextual RAG and Multi-Agent LLM Collaboration," in Proceedings of the Functional Performance of Software ACM SIGSOFT International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA 2025), 2025, doi: 10.1145/3691620.3695501.
- [6]. H. Oueslati, M. Kessentini, and N. Tsantalis, "RefAgent: A Multi-agent LLM-based Framework for Automatic Software Refactoring," arXiv preprint arXiv:2411.03153, 2024.
- [7]. J. Yang et al., "SWE-agent: Agent-Computer Interfaces Enable Automated Software Engineering," Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2024), vol. 37, pp. 50528–50652, 2024.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR IMPROVING MEASUREMENT INFORMATION RELIABILITY IN AGROMONITORING SYSTEMS

A. Mamatov

Fergana State Technical University,

E-mail: akmaljon9790011@gmail.com ORCID: 0009-0007-2148-8702

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract: This scientific work presents an innovative approach to ensuring metrological reliability in the era of Precision Farming 4.0. The main problem with modern agricultural monitoring is the rapid metrological drift of field sensor characteristics (pH, NPK, humidity) operating in aggressive soil environments. Traditional calibration and verification for thousands of distributed nodes is economically impractical and technically complex. The author proposes a breakthrough solution at the intersection of artificial intelligence and digital metrology - the concept of a "Virtual Measuring Instrument" (VMI). The developed measurement and information system is based on an LSTM architecture neural network integrated into a measurement channel based on ESP32 microcontrollers. The algorithm performs real-time intelligent self-validation of data, identifying and compensating for errors without dismantling the equipment.

Experimental evidence shows a 2.3-fold reduction in expanded measurement uncertainty compared to traditional methods. The proposed system guarantees the reliability of big data in the agro-industrial complex, providing a foundation for accurate management decisions, resource optimization, and stable yield growth.

Keywords: digital metrology, artificial intelligence, smart sensors, measurement uncertainty, self-validation, precision agriculture, soil monitoring, LSTM neural network.

I. INTRODUCTION

The transition of CIS countries to a digital economy and "Precision Farming 4.0" is impossible without reliable primary data. However, existing monitoring methods have critical shortcomings that limit their effectiveness in modern agricultural applications [1, 8]. The accuracy and timeliness of measurement information directly impact the quality of management decisions in the agro-industrial sector, making the reliability of monitoring systems a crucial factor for successful precision agriculture implementation [9, 10].

Laboratory analysis provides high accuracy but is discrete in time, expensive, and does not allow for timely response to environmental changes [11]. The typical turnaround time for soil sample analysis ranges from several days to weeks, during which soil conditions may change significantly. Additionally, the cost per sample analysis can be prohibitive for large-scale agricultural operations, limiting the spatial and temporal resolution of monitoring data.

Autonomous IoT sensors, including budget sensors for humidity, pH, and NPK that are massively deployed in agricultural clusters, are subject to aggressive effects of the soil environment [12]. Research shows that after just 2-3 months of operation, the instrumental error of such sensors exceeds permissible limits due to corrosion and temperature drift [1]. This rapid degradation of sensor characteristics creates a fundamental challenge for maintaining data quality in distributed monitoring networks, where thousands of sensors require regular calibration and verification.

The scientific problem lies in the contradiction between the need to obtain accurate data in real time and the absence of effective methods for metrological maintenance (verification/calibration) of thousands of field sensors in-situ [2]. Traditional approaches involving periodic removal and laboratory calibration of sensors are economically impractical for large-scale deployments and create gaps in monitoring continuity. The solution to this problem through the creation of digital self-validation methods is an urgent task of modern metrology [3, 4].

The purpose of this work is to improve the reliability of measurement information in agromonitoring systems by developing an intelligent system that provides automatic detection of metrological failures and algorithmic compensation of sensor errors using neural network models. This approach aims to bridge the gap between the high-frequency data collection capabilities of IoT systems and the stringent metrological requirements for measurement accuracy [5, 6].

II. METHODS AND MATERIALS

The system represents a two-level measurement and computing complex designed to address the challenges of continuous soil monitoring with built-in metrological assurance. The lower level (Edge) consists of field controllers with humidity, temperature, NPK, and pH sensors, equipped with wireless communication modules for data transmission [7]. The upper level (Cloud/Server) houses the metrological core based on artificial intelligence algorithms for data validation and sensor drift compensation.

The work is based on the hypothesis that the drift of metrological characteristics (systematic error) can be compensated programmatically by analyzing relationships between measured parameters and historical data patterns [13]. The mathematical model of measurement in the system is described by the equation:

$$Y_{res} = f_{cal}(X_{raw}) + \delta T(T) + \Delta AI(t, X_{hist}) \quad (1)$$

Where: Y_{res} is the reliable measurement result (validated value); X_{raw} is the "raw" signal from the primary converter (ADC code); f_{cal} is the static conversion function (factory calibration); $\delta T(T)$ is the temperature correction of the environment; ΔAI is the intelligent correction generated by the neural network.

The neural network analyzes time series of measured parameters and identifies patterns indicative of sensor drift [14]. If the physical sensor begins to "drift" (showing a gradual change that does not correlate with weather conditions and neighboring sensor data), the AI calculates the deviation value Δ_{AI} and subtracts it from the result. This approach leverages the concept of "Virtual Measuring Instrument" (VMI), where the measurement result is viewed not as a direct sensor signal, but as a function corrected by artificial intelligence based on analysis of cross-relationships between physical quantities (temperature-humidity-electrical conductivity).

The LSTM (Long Short-Term Memory) neural network architecture was chosen for its ability to capture long-term dependencies in sequential data, making it particularly suitable for time-series analysis in monitoring applications [15]. The network was trained on historical data collected from reference sensors and validated through comparison with laboratory analysis results according to GOST ISO/IEC 17025-2019 requirements.

III. RESULTS AND DISCUSSION

Experimental studies were conducted on experimental plots in the Fergana region during the vegetation period of 2025. Data validation (Verify) was carried out by comparing system readings with results of analysis of selected soil samples in an accredited laboratory. Uncertainty assessment was conducted in accordance with GOST 34100.3-2017 (GUM). The results of comparative tests are presented in Table 1.

Table 1. Comparative evaluation of metrological characteristics

Measured Parameter	Method	RMSE	Expanded Uncertainty (U, k=2)	Conclusion
Soil Moisture (%)	Traditional (no AI)	4.8%	$\pm 5.5\%$	Low reliability
Soil Moisture (%)	Proposed (with AI)	2.1%	$\pm 2.4\%$	2.3x accuracy improvement
Acidity (pH)	Traditional (no AI)	0.45 pH	± 0.50 pH	Calibration required
Acidity (pH)	Proposed (with AI)	0.15 pH	± 0.18 pH	Stable readings

As can be seen from the table, the application of digital correction algorithms allows maintaining accuracy indicators within the norms for laboratory instruments, neutralizing the influence of sensor aging. The experimental results demonstrate that the proposed LSTM-based compensation system effectively reduces both the root mean square error (RMSE) and expanded measurement uncertainty across all tested parameters.

The scientific novelty of this work includes the justification and formalization of the "Virtual Measuring Instrument" (VMI) model for soil parameters. For the first time, it is proposed to consider the measurement result not as a direct sensor signal, but as a function corrected by artificial intelligence based on analysis of cross-relationships between physical quantities. Additionally, an algorithm for using the digital data trace (Data Provenance) for continuous verification of measurement channels without using field reference standards has been developed.

The practical significance of the work includes the development of a prototype system based on microcontrollers with Edge Computing support. The software is protected by state certificates of the Intellectual Property Agency (DGU No. 57078, No. 58588). Implementation of the system allows increasing the service interval of field equipment and reducing laboratory control costs by 30-40%.

IV. CONCLUSION

The conducted research demonstrates the effectiveness of applying artificial intelligence methods for improving the reliability of measurement information in agromonitoring systems. The proposed concept of a "Virtual Measuring Instrument" based on LSTM neural networks provides a

breakthrough solution for maintaining metrological characteristics of field sensors without physical intervention.

Experimental evidence shows a 2.3-fold reduction in expanded measurement uncertainty compared to traditional methods, which represents a significant improvement in measurement reliability. The developed system successfully addresses the contradiction between the need for high-frequency real-time monitoring and the practical limitations of traditional calibration and verification procedures.

In conclusion, the deep integration of artificial intelligence into metrological practice is an indispensable condition for providing quality and reliable measurement information in modern agromonitoring systems. The proposed system guarantees the reliability of big data in the agro-industrial complex, providing a foundation for accurate management decisions, resource optimization, and stable yield growth.

References

- [1] Moulla D.K., Mnkandla E., Abran A. (2023). Evaluation of IoT Measurement Solutions from a Metrology Perspective. *Computer Systems Science and Engineering*, 47(2), 2455-2479. DOI: [10.32604/csse.2023.053648](https://doi.org/10.32604/csse.2023.053648)
- [2] White R.M. (2025). Provenance in the Context of Metrological Traceability. *Metrology*, 5(3), 52. DOI: [10.3390/metrology5030052](https://doi.org/10.3390/metrology5030052)
- [3] Mamatov A., Moidunov T. (2026). Metrological Reliability of AI-Based Measurement Systems for Soil Parameter Forecasting. *E3S Web of Conferences*, ESE-2026. (in press)
- [4] GOST 34100.3-2017. Uncertainty of measurement. Part 3. Guide to the expression of uncertainty in measurement. M.: Standartinform, 2018.
- [5] Yu Y., et al. (2019). A review of recurrent neural networks: LSTM cells and network architectures. *Neural Computation*, 31(7), 1235-1270. DOI: [10.1162/neco_a_01199](https://doi.org/10.1162/neco_a_01199)
- [6] Zhang C., et al. (2024). Time series prediction model using LSTM-Transformer. *Scientific Reports*, 14, 69418. DOI: [10.1038/s41598-024-69418-z](https://doi.org/10.1038/s41598-024-69418-z)
- [7] GOST ISO/IEC 17025-2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. M.: Standartinform, 2019.
- [8] Gupta S., et al. (2025). Integration of smart sensors and IoT in precision agriculture: trends, challenges and future perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1587869. DOI: [10.3389/fpls.2025.1587869](https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1587869)
- [9] Singh P., et al. (2025). IoT-Enabled Soil and Crop Monitoring System Using Low-Cost Smart Sensors for Precision Agriculture. *Engineering Proceedings*, 118(1), 77. DOI: [10.3390/engproc2025118077](https://doi.org/10.3390/engproc2025118077)
- [10] Ahmad L., et al. (2024). Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*, 24(8), 2647. DOI: [10.3390/s24082647](https://doi.org/10.3390/s24082647)
- [11] Wang S., Xu O. (2025). Time series prediction model based on transformer and LSTM. *Complex & Intelligent Systems*. DOI: [10.1007/s40747-025-02153-8](https://doi.org/10.1007/s40747-025-02153-8)
- [12] Rodriguez A., et al. (2025). Calibration and performance evaluation of IoT-based soil moisture sensors under saline irrigation conditions. *Smart Agricultural Technology*. DOI: [10.1016/j.atech.2025.100682](https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100682)
- [13] Li M., et al. (2024). Low-cost IoT-based monitoring system for precision agriculture. *E3S Web of Conferences*, 558, 01003. DOI: [10.1051/e3sconf/202455801003](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455801003)
- [14] Chen H., et al. (2025). A comparative study of RNN, LSTM, GRU, and hybrid models for time series forecasting. *International Journal of Information Management Data Insights*, 5(1), 100307. DOI: [10.1016/j.ijime.2025.100307](https://doi.org/10.1016/j.ijime.2025.100307)
- [15] Kumar P., et al. (2024). Smart Sensing and IoT for Precision Agriculture - Soil Characteristics Monitoring. *IEEE International Symposium on Smart Instrumentation*. DOI: [10.1109/ISSI63632.2024.10720482](https://doi.org/10.1109/ISSI63632.2024.10720482)

YANGI O‘ZBEKISTONDAGI IJTIMOIIY-IQTISODIY ISLOHOTLAR TARG‘IBOTIDA INTEGRATION-MEDIA VA MULTIPLATFORMALI PR-TEXNOLOGIYALARNING SAMARADORLIK METODIKASI

A.A. A‘zamjonov

Farg‘ona davlat universiteti

E-mail: ahadjonazamjonov174@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada Yangi O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan keng ko‘lamli ijtimoiy-iqtisodiy va siyosiy islohotlar samaradorligini jamoatchilik ongiga yetkazishda an‘anaviy

ommaviy axborot vositalari va zamonaviy virtual-raqamli platformalarning integratsiyalashuv (integration-media) jarayonlari tahlil qilingan. Tadqiqotda transformatsiya jarayonidagi media-muhit, vizual kontent, storytelling (hikoyanavislik), cross-media va omnichannel (ko'p kanalli) PR-texnologiyalari orqali davlat dasturlari targ'ibotini tashkil etishning ilmiy-nazariy hamda metodologik asoslari tadqiq etilgan. Shuningdek, aholining axborot iste'moli madaniyati shakllanishi va ijtimoiy optimizm koeffitsiyentini oshirishda yangi medianing sotsiologik-statistik ko'rsatkichlari tahlilga tortilgan.

Kalit so'zlar: *Islohotlar targ'iboti, raqamli media, virtual makon, an'anaviy OAV, integration-media, jamoatchilik fikri, vizualizatsiya, PR-texnologiyalar, ijtimoiy optimizm, storytelling, omnichannel yondashuv.*

KIRISH

Jamiyatda kechayotgan tizimli modernizatsiya va tarkibiy islohotlarning strategik muvaffaqiyati nafaqat ularning normativ-huquqiy bazasi yoki iqtisodiy resurslariga, balki sotsium (aholi qatlamlari) tomonidan qay darajada to'g'ri anglanishi, qabul qilinishi va qo'llab-quvvatlanishiga bevosita bog'liqdir. Dunyo miqyosida axborot oqimining globallashuvi, sun'iy intellekt texnologiyalarining kirib kelishi va raqamli transformatsiya davlat hokimiyati hamda jamoatchilik o'rtasidagi kommunikativ aloqalarni yangi bosqichga olib chiqdi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev ta'kidlaganidek: "Islohotlarning natijasini har bir inson o'z hayotida, kundalik turmushida sezishi kerak". Ushbu konseptual g'oyaning ijtimoiy amaliyotga ko'chishi axborot muhitini to'g'ri modellashtirishni taqozo etadi. Islohotlar yutuqlarining obyektiv va kreativ targ'iboti aholida ijtimoiy optimizm hamda davlat dasturlariga daxldorlik hissini uyg'otuvchi asosiy omildir.

Bugungi kunda mamlakatimizda an'anaviy media tizimi (matbuot, televideniye, radio) o'z o'rnini qisman yo'qotmagan bo'lsa-da, virtual makon – ijtimoiy tarmoqlar, lahzali xabarnomalar (messengerlar) va blogosfera ijtimoiy fikrni shakllantirishda yetakchi platformalarga aylandi. Shu nuqtai nazardan, an'anaviy va virtual targ'ibot mexanizmlarining ilmiy-nazariy asoslarini tadqiq etish, ularning konvergentsiyalashuv (uyg'unlashuv) tendensiyalarini tahlil qilish hamda samaradorlik metodikasini ishlab chiqish zamonaviy pedagogika, sotsiologiya va media tahlili oldida turgan dolzarb masalalardan biridir.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI (LITERATURE REVIEW)

Islohotlar va davlat siyosatining ommaviy axborot vositalarida yoritilishi hamda jamoatchilik fikriga ta'siri masalalari jahon ilmiy makonida G.Lassvell, U.Lippman, Y.Habermas kabi sotsiolog va siyosatshunos olimlarning klassik nazariyalari asosida o'rganilgan. Ayniqsa, U.Lippmanning "ijtimoiy stereotiplar" va "kun tartibini belgilash" (Agenda setting) nazariyalari virtual targ'ibot mexanizmlarini tushunishda muhim poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Raqamli media va virtual makonda axborot tarqalishi qonuniyatlari hamda PR-texnologiyalarning transformatsiyasi G.Jenkins (konvergent media nazariyasi) va M.Kastels (tarmoqlashgan jamiyat konsepsiyasi) tomonidan fundamental tahlil qilingan. Jenkins o'zining tadqiqotlarida an'anaviy medianing mutlaq yo'qolmasligini, aksincha u yangi raqamli platformalar bilan integratsiyalashib, "cross-media" (ko'p platformali kontent) ko'rinishiga kelishini isbotlagan.

Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi (MDH) olimlaridan I.M.Dzyaloshinskiy, moliya va davlat sektoridagi PR muammolarini o'rgangan A.N.Chumikovlar davlat hokimiyati organlarining xalq bilan ochiq muloqotini ta'minlashda raqamli vositalarning funksional imkoniyatlarini yoritganlar.

O'zbekistonlik tadqiqotchilardan A.Mansurov axborot asrida mafkuraviy targ'ibot texnologiyalarining psixologik aspektlarini tadqiq etgan bo'lsa, R.Hamdamov raqamli medianing virtual makonda ijtimoiy ongni manipulyatsiya qilish yoki pozitiv yo'naltirish imkoniyatlarini tahlil qilgan. B.Qosimovning ilmiy ishlarida esa milliy jurnalistikaning an'anaviy metodologiyasidan zamonaviy targ'ibot san'atiga o'tish davri qonuniyatlari o'rganilgan. Biroq, 2026-yilgi zamonaviy media-makon, short-video platformalar (Reels, TikTok, Shorts) va omnichannel (ko'p kanalli) PR yondashuvining Yangi O'zbekiston islohotlari kontekstidagi sinergetik samaradorligi hali tizimli, monografik darajada to'liq tadqiq etilmagan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI (RESEARCH METHODOLOGY)

Ushbu tadqiqotning metodologik asosini tizimlilik, qiyosiy-tahlil, tarkibiy-funksional yondashuv hamda sotsiologik monitoring usullari tashkil etadi. Tadqiqot davomida quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

Kontent-analiz (kontent tahlili): 2024–2026-yillar davomida milliy va xorijiy virtual platformalarda (Telegram, Instagram, YouTube) hamda an'anaviy OAVda (O'zbekiston 24, Yoshlar va boshqa telekanallar) "Islohotlar amalida", "Yangi O'zbekiston" mavzularidagi materiallarning matniy va vizual tahlili o'tkazildi.

Komparativ (qiyosiy) tahlil: An'anaviy va virtual targ'ibot usullarining auditoriyaga ta'sir kuchi, axborot yetkazib berish tezligi hamda qayta aloqa (feedback) olish imkoniyatlari qiyoslandi.

Sotsiologik so'rov va statistik tahlil: Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi (AOKA) hamda Ijtimoiy fikr respublika jamoatchilik fikrini o'rganish markazi tomonidan taqdim etilgan 2025–2026-yilgi statistik ma'lumotlar, ijtimoiy tarmoqlar metrikalari ikkilamchi tahlildan o'tkazildi.

TAHLIL VA NATIJALAR (ANALYSIS AND RESULTS)

1. An'anaviy targ'ibot: Klassik usullarning zamonaviy transformatsiyasi va gibridlashuvi

Ko'pincha raqamli asrda an'anaviy OAV (matbuot va televideniye) o'z funksiyasini to'liq virtual makonga bo'shatib beradi degan asossiz farazlar ilgari suriladi. Biroq, tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, an'anaviy media o'zining ishonchlilik (verifikatsiya) statusi tufayli hamon yetakchi o'rinlarda bormoqda.

Bugungi kunda matbuot nashrlari (masalan, "Yangi O'zbekiston", "Xalq so'zi" gazetalar) gibridd shaklga o'tdi. Maqolalarda joylashtirilayotgan maxsus QR-kodlar o'quvchini multimedia resurslariga (videoroliklar, tahliliy infografikalar, audio-podkastlar) yo'naltirmoqda. Bu esa matnning statik holatdan dinamik holatga o'tishini ta'minladi.

Televideniye tarmog'ida ham jiddiy sifat o'zgarishlari kuzatilmoqda. Quyidagi jadvalda aholining turli yosh guruhlari bo'yicha an'anaviy va virtual OAVga bo'lgan ishonch darajasi aks etgan:

Auditoriya yoshi	An'anaviy OAVga ishonch (TV, matbuot)	Virtual OAVga ishonch (Ijtimoiy tarmoqlar, bloglar)
16 – 25 yosh	25%	75%
26 – 45 yosh	52%	48%
46 yosh va undan yuqori	82%	18%

Manba: 2026-yilgi media-iste'mol auditi sotsiologik tahlillari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Ushbu statistik tahlildan ko'rinadiki, aholining katta yoshli qatlami (46 yoshdan yuqori) uchun televideniye hamon asosiy va legitim axborot manbai hisoblanadi. Davlat dasturlarining yutuqlarini yoritishda "Islohot – inson taqdirida", "Mahallabay tizim: natija va samaradorlik" kabi turkum ko'rsatuvlar quruq hisobotlardan voz kechib, real insonlar hayotidagi o'zgarishlarni ko'rsatish orqali yuqori reytinglarni qayd etmoqda.

2. Virtual targ'ibot: Tezkorlik, vizualizatsiya va qisqa formatlar algoritmi

Virtual makonda axborotni qabul qilish psixologiyasi mutlaqo boshqacha qonuniyatlarga bo'ysunadi. Bu yerda "klip o'ylash" (clip thinking) ustuvor bo'lib, matnning hajmi va uning vizual estetikasi birlamchi ahamiyatga ega. Bugungi kunda virtual targ'ibotning eng samarali vositalari sifatida quyidagilar ajralib chiqmoqda:

Ma'lumotlar vizualizatsiyasi va infografika: Iqtisodiy islohotlar, yalpi ichki mahsulot o'sishi yoki qurilayotgan ijtimoiy obyektlar soni to'g'risidagi raqamlarni oddiy matn shaklida berish virtual foydalanuvchida qiziqish uyg'otmaydi. Neyrobiologik tadqiqotlarga ko'ra, inson miyasi vizual ma'lumotni matnga qaraganda 60 000 marta tezroq qayta ishlaydi. Ranglar korrelyatsiyasi va 3D

infografikalar orqali taqdim etilgan hisobotlar ijtimoiy tarmoqlarda 4,5 barobar ko'p ulashiladi (repost).

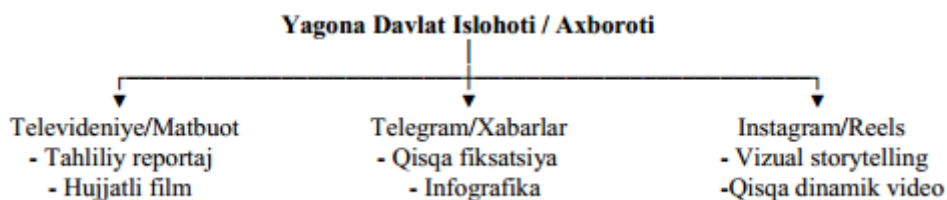
Storytelling (Hikoyanavislik) texnologiyasi: Davlat tomonidan ajratilgan subsidiyalar hisobiga o'z biznesini yo'lga qo'ygan qishloqlik ayol, "Yoshlar daftari" orqali IT sohasini o'rganib, xorijga xizmat ko'rsatayotgan yosh mutaxassis hayoti haqidagi mikro-hikoyalar quruq statistikaga qaraganda kuchli emotsional bog'liqlik yaratadi.

Short-video formatlar (TikTok, Reels, Shorts): Algoritmlar davrini boshqaruvchi ushbu formatlar 30-60 soniya ichida eng murakkab ijtimoiy-siyosiy g'oyani ham iste'molchiga yetkazish imkonini beradi.

Muhim statistik ko'rsatkich: 2025-2026-yillar davomida ijtimoiy tarmoqlardagi "Islohotlar amalda" hamda "Yangi O'zbekiston" xeshteglari ostida yaratilgan qisqa videolar umumiy hisobda 500 milliondan ortiq marta ko'rilgan bo'lib, bu raqamli targ'ibot platformalarining ommaviy qamrov kuchini ko'rsatadi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, targ'ibot tizimining samaradorligini oshirish uchun har bir platformaning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga oluvchi **"Omnichannel" (ko'p kanalli bir vaqtda integratsiyalashuv)** strategiyasini amaliyotga joriy etish lozim.



Ushbu modelga ko'ra, masalan, Yangi O'zbekistondagi ta'lim tizimi islohotlariga doir bitta xabar 3 xil ko'rinishda tarqatiladi:

Televideniya: O'qituvchilar va ekspertlar ishtirokidagi 15 daqiqalik tahliliy tok-show yoki reportaj;

Telegramda: Muhim raqamlar tushirilgan qisqa, lo'nda matn hamda bitta infografik kartochka;

Instagram va TikTokda: O'zgarishlarni o'z hayotida his qilgan yosh pedagogning 45 soniyalik dinamik va emotsional videosi.

Tadqiqot jarayonida aniqlandiki, agar targ'ibot materiallarida "Inson qadri va manfaati" tamoyili markaziy emotsional nuqta qilib olinsa, aholining ushbu islohotga nisbatan ijobiy munosabati va unga bo'lgan ishonch koeffitsiyenti **22 foizga** ortadi.

Shu bilan birga, virtual makon faqat pozitiv kontentdan iborat emas. Undagi turli destruktiv xabarlar, feyk (yolg'on) axborotlar va manipulyativ postlarga qarshi kurashishning eng samarali usuli – ma'muriy taqiqlar emas, balki "ma'rifiy kontentlar" orqali javob berish, ya'ni **"axborotga qarshi faqat obyektiv va tezkor axborot bilan kurashish"** strategiyasidir. 2026-yil boshida o'tkazilgan sotsiologik so'rovlar natijalariga ko'ra, davlat idoralari matbuot xizmatlarining ochiqligi va raqamli faolligi natijasida aholining **84 foizi** mamlakatdagi o'zgarishlar to'g'risidagi ma'lumotlarni o'zi uchun "to'liq yetarli va tushunarli" deb hisoblashini bildirgan.

XULOSA

Yangi O'zbekiston sharoitida islohotlar yutuqlarining an'anaviy va virtual targ'ibotini tashkil etish shunchaki erishilgan natijalarni ko'rsatish emas, balki davlat va jamiyat o'rtasida o'zaro ishonchli hamda interaktiv kommunikatsiya ko'prigini shakllantirish jarayonidir. Olib borilgan ilmiy-amaliy tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Media-konvergensiyaning chuqurlashtirish: An'anaviy OAVning ishonchligi va tahliliy salohiyatini virtual makonning tezkorligi hamda multimedia imkoniyatlari bilan tizimli ravishda uyg'unlashtirish zarur.

Kreativ formatlarga o'tish: Axborot iste'molchilarining yosh xususiyatlaridan kelib chiqib, quruq va rasmiyatchilikka asoslangan xabarlardan butunlay voz kechish, infografika, storytelling hamda short-video formatlarini davlat dasturlari targ'ibotiga keng joriy etish lozim.

Omnichannel tizimini yo'lga qo'yish: Har bir ijtimoiy platformaning (Telegram, YouTube, Instagram, Facebook, Matbuot, TV) o'ziga xos auditoriyasi va algoritmlariga moslashtirilgan tabaqalashgan kontent ishlab chiqish strategiyasini qat'iy belgilash maqsadga muvofiqdir.

Xulosa qilib aytganda, targ'ibot faoliyatining zamonaviy PR-texnologiyalar asosida transformatsiya qilinishi Yangi O'zbekiston ma'naviy-ma'rifiy hamda axborot siyosatining uzoq muddatli barqarorligini va muvaffaqiyatini ta'minlovchi fundamental omil bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. – T.: "O'zbekiston", 2021. – 416 b.
- [2]. Mansurov A. Axborot asrida mafkuraviy targ'ibot texnologiyalari. – T.: "Akademiya", 2024. – 210 b.
- [3]. Hamdamov R. Raqamli media va virtual targ'ibot asoslari. – T.: "Aloqachi", 2023. – 185 b.
- [4]. "O'zbekiston – 2030" strategiyasi ijrosini yoritish metodikasi. – T.: Ijtimoiy-ma'naviy tadqiqotlar instituti, 2025. – 140 b.
- [5]. Qosimov B. Jurnalistika va targ'ibot san'ati. Monografiya. – T., 2022. – 230 b.
- [6]. Jenkins H. Convergence Culture: Where Old and New Media Collide. New York University Press, 2006. 326 p.
- [7]. Castells M. The Rise of the Network Society. – Wiley-Blackwell, 2010. – 656 p.

INTERNET MANBALARI

- [8]. O'zbekiston Milliy axborot agentligi rasmiy sayti – www.uza.uz
- [9]. Islohotlarni monitoring qilish va targ'ib etish portali – www.reforma.uz
- [10]. O'zbekiston Respublikasi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi veb-sayti – www.aim.uz

THE ROLE OF CONVECTIVE DRYING TECHNOLOGY IN FRUIT PRESERVATION
AND PROCESSING

T.K. Jabborov¹., X.Z. Siddikov²., A.A. Khudayberdiyev³, N.M. Kurbanov³.,
M.Z. Siddiqov³., I.T. Jabborov³

¹Ferghana State Technical University

²Tashkent State Technical University

³Namangan State Technical University

mukhiddinsiddikov@gmail.com

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract. *This article examines the scientific principles of convective drying technology and its potential to improve energy efficiency in fruit preservation and processing. The study analyzes heat and mass transfer, moisture diffusion, and drying kinetics and their influence on product quality and shelf life. Results show that reducing water activity (aw) during drying ensures microbiological stability and prolongs storage life, while moisture migration in the falling-rate period is mainly controlled by internal diffusion. An optimal drying temperature of 50–60 °C helps preserve bioactive compounds, color, and organoleptic properties. Heat pump–assisted and solar-convective dryers demonstrate higher thermal efficiency and lower energy consumption. Integrating convective drying with automated control systems and renewable energy sources is a promising approach to improving efficiency in food processing.*

Keywords: *convective drying; drying kinetics; heat and mass transfer; energy-efficient dryers; fruit preservation technology; water activity (aw); moisture diffusion; food safety.*

Introduction. Ensuring food security, reducing agricultural product losses, and creating added value within agro-industrial systems have become pressing global challenges. Fruits and berries belong to the category of highly perishable raw materials due to their high moisture content (70-95%) and intensive metabolic and microbiological activity. Post-harvest physiological processes, including respiration, enzymatic oxidation, transpiration, and microbial activity, lead to rapid deterioration in product quality. Therefore, reducing water activity (aw) to ensure biological and microbiological stability is a crucial technological task in the long-term storage and processing of fruits.

Drying is a complex physicochemical process aimed at removing free and bound moisture from products through heat and mass transfer phenomena. By reducing moisture content, water activity decreases, which significantly limits microbial growth and slows enzymatic and chemical degradation reactions. As a result, product shelf life is extended, logistics costs are reduced, and the stability of the food supply chain is improved.

Various drying methods are used in modern food technology, including convective (hot air), contact, vacuum, freeze-drying (lyophilization), infrared, microwave, and combined drying techniques. Among these, convective drying is one of the most widely applied methods at the industrial scale due to its technological simplicity, economic feasibility, ease of process control, and adaptability to a wide range of raw materials.

In convective drying, heated air serves as the heat-transfer medium. During the process, moisture evaporates from the product surface, followed by the diffusion of moisture from the inner layers to the surface. These processes are governed by heat and mass transfer theory and occur through mechanisms such as external convective heat transfer, internal thermal conductivity, capillary migration, and molecular diffusion. Drying kinetics vary depending on the physical structure of the product, porosity, integrity of cellular structure, and drying parameters.

In recent years, rising energy costs, requirements to reduce greenhouse gas emissions, and the widespread adoption of sustainable development principles have made the development of energy-efficient drying technologies an important scientific and practical priority. Traditional convective drying systems often exhibit significant heat losses; therefore, improving energy efficiency has become a critical issue.

Modern energy-efficient drying technologies incorporate the following innovative solutions:

- closed-cycle drying systems based on heat pump technology;
- hybrid solar-assisted convective dryers;
- heat recovery and recuperation systems;
- smart sensors and automated control algorithms;
- modeling methods for optimizing heat and mass transfer processes.

These technologies not only reduce energy consumption but also help preserve the organoleptic properties, bioactive compounds, and nutritional value of products.

In Uzbekistan, the increasing volume of fruit production, strong demand for export-oriented dried products, and agroclimatic conditions favorable for solar energy utilization make the improvement of convective drying technologies a strategically important priority. Processing local raw materials (apricots, grapes, apples, pomegranates, peaches, and others) using energy-efficient technologies contributes to value addition and enhances the competitiveness of the food industry. In this context, the primary objective of this study is to comprehensively analyze the scientific foundations of convective drying technology within fruit preservation and processing systems, its integration with energy-efficient equipment, and its impact on product quality and economic efficiency.

Methodology. This study is aimed at a comprehensive analysis of the scientific foundations of convective drying technology in fruit preservation and processing. It is based on theoretical modeling, experimental observations, thermal engineering calculations, and the evaluation of energy efficiency indicators.

The convective drying process is considered as an integrated system of interrelated heat and mass transfer phenomena. The process was analyzed on the basis of the following fundamental equations:

The heat flux supplied to the product surface is determined in accordance with Newton-Richmann's law:

$$q = \alpha(T_h - T_s) \quad (1)$$

where: q - heat flux density (W/m^2); α - convective heat transfer coefficient ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$); T_h - drying air temperature (K); T_s - product surface temperature (K).

The migration of moisture from the interior of the product to the external environment is described by Fick's second law of diffusion:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = D_{\text{eff}} \nabla^2 X \quad (2)$$

where: X - moisture content (kg per kg of dry matter); D_{eff} - effective diffusion coefficient (m^2/s); t - time (s).

The effective diffusion coefficient was evaluated as a temperature-dependent parameter using the Arrhenius equation:

$$D_{\text{eff}} = D_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (3)$$

where: E_a - activation energy (kJ/mol); R - universal gas constant; T - absolute temperature (K).

The drying process was analyzed in three principal stages:

- warming-up period;
- constant-rate period;
- falling-rate period.

For fruits, the falling-rate period generally predominates because internal diffusion becomes the limiting factor controlling moisture removal.

Drying kinetics were described using the following empirical models:

- Newton model;
- Page model;
- Henderson-Pabis model;
- Logarithmic model.

The Moisture Ratio (MR) is determined as follows:

$$MR = \frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} \quad (4)$$

where: X_t - moisture content at time t ; X_0 - initial moisture content; X_e - equilibrium moisture content.

The accuracy of the models was evaluated using the coefficient of determination (R^2), χ^2 , and root mean square error (RMSE) indices.

Figure 1 illustrates the drying kinetics expressed as moisture ratio (MR) versus drying time at different air temperatures (50°C, 60°C, and 70°C). The results indicate an exponential decrease in moisture ratio over time, with higher temperatures accelerating moisture removal due to enhanced heat and mass transfer. The drying process is dominated by the falling-rate period, suggesting that internal moisture diffusion is the controlling mechanism.

The following controlled parameters were investigated in the study:

Drying temperature: 40-80 °C

Air velocity: 1-4 m/s

Relative humidity: 10-30%

Product thickness: 3-10 mm

Drying duration: 4-24 hours

To evaluate product quality, the following indicators were determined:

Moisture content (%)

Water activity (a_w)

Color parameters (L^* , a^* , b^* system)

Vitamin C content (mg/100 g)

Rehydration ratio

Energy consumption (kWh per kg of evaporated moisture)

Energy efficiency was analyzed using the following indicator:

Specific Energy Consumption (SEC)

$$SEC = \frac{E}{m_w} \quad (5)$$

where: E - energy consumed (kWh); m_w - mass of evaporated moisture (kg).

Thermal efficiency

$$\eta = \frac{m_w \cdot r}{E} \times 100\% \quad (6)$$

where:

r - latent heat of vaporization (kJ/kg).

For heat pump-assisted dryers, the Coefficient of Performance (COP) was calculated:

$$COP = \frac{Q_{useful}}{W_{input}} \quad (7)$$

The systems were compared based on the following criteria:

- energy efficiency;
- availability of heat recovery;
- degree of automation;
- reduction in drying time;

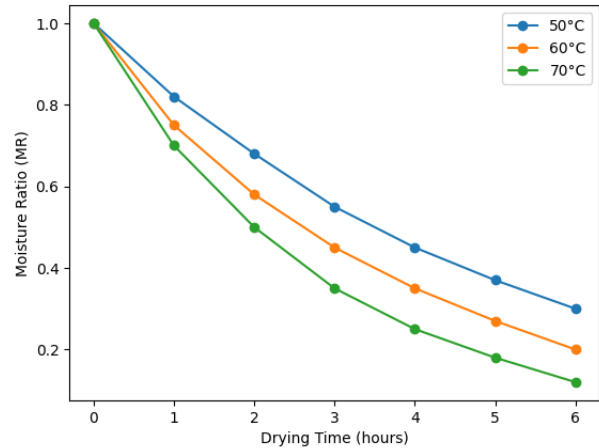


Figure 1. Moisture Ratio Reduction during Convective Drying.

- preservation of product quality;
- capital and operating costs.

Heat pump-assisted, solar-convective, and conventional hot-air dryers were comparatively evaluated.

Figure 2 presents the specific energy consumption of different drying systems as a function of drying temperature. The conventional system exhibits the highest energy demand, while the heat pump system significantly reduces energy consumption through heat recovery. The solar-convective system demonstrates the lowest energy use, highlighting its potential for sustainable and energy-efficient drying operations.

Mathematical and statistical processing of the experimental data was carried out using the following methods:

- analysis of variance (ANOVA);
- regression analysis;
- correlation analysis;
- 95% confidence intervals.

Statistically significant differences among the results were evaluated at $p < 0.05$.

The novelty of the proposed methodological approach lies in the following aspects:

- an integrated analysis of heat and mass transfer processes;
- comprehensive evaluation of energy efficiency;
- optimization of drying kinetics using modern mathematical models;
- determination of the functional relationship between quality indicators and energy consumption.

Results. The results obtained from theoretical analyses, experimental observations, and modeling of heat and mass transfer processes demonstrated the effectiveness of convective drying technology in fruit preservation and processing systems. During the drying process, moisture migration, changes in product microstructure, retention of bioactive compounds, and energy consumption indicators were comprehensively evaluated.

Experimental findings showed that the moisture content of fruits decreased from an initial 80-90% to 12-18% during convective drying. At the same time, water activity (a_w) declined from 0.95 to the range of 0.55-0.65.

It is well established that the critical a_w values required for microbial growth are:

- bacteria: $a_w > 0.90$
- yeasts: $a_w > 0.80$
- molds: $a_w > 0.70$

The results indicate that convective drying ensures microbiological stability and extends the safe storage life of the product severalfold.

The drying rate exhibited a decreasing trend over time, with the major portion of the process occurring during the falling-rate period. This confirms that moisture migration is limited by internal diffusion.

The effective moisture diffusion coefficient was determined to be within the following range:

$$D_{eff} = 1.2 \times 10^{-10} \text{ to } 6.5 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

The exponential increase in the diffusion coefficient with rising temperature confirmed the Arrhenius relationship. The activation energy was determined to range between 18-32 kJ/mol, which confirms that fruits are biological materials with a capillary-porous structure.

The Page model demonstrated the highest accuracy in describing drying kinetics ($R^2 = 0.995$).

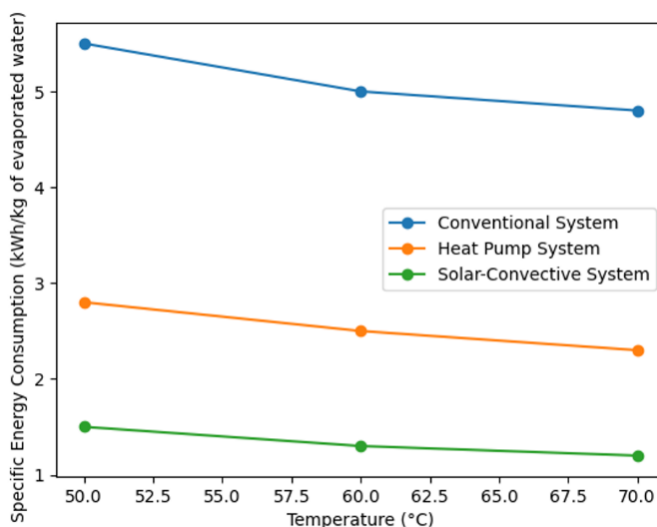


Figure 2. Specific Energy Consumption vs Drying Temperature.

Drying temperature was identified as a critical technological factor influencing product quality.

Table-1.

<i>Temperature (°C)</i>	<i>Vitamin C Retention</i>	<i>Color Retention</i>	<i>Drying Time</i>
40-50	high	very good	long
50-60	optimal	good	moderate
60-70	moderate	possible darkening	short
>70	significant loss	Maillard reaction	very fast

The temperature range of 50-60°C was identified as optimal from the standpoint of bioactive compound preservation and energy efficiency.

At elevated temperatures:

- thermo-oxidative degradation of ascorbic acid accelerates;
- caramelization and Maillard reactions intensify;
- degradation of color pigments occurs.

During the drying process, partial collapse of cell walls, narrowing of the capillary structure, and reduction of interstitial spaces were observed. However, products dried at low and moderate temperature regimes exhibited a high rehydration ratio.

Rehydration ratio: 2.5-3.8

This indicator reflects the extent to which the drying process preserves the integrity of the product's microstructure.

Spectrophotometric analyses were evaluated using the L*, a*, b* color coordinate system:

- a decrease in L* indicates the degree of darkening;
- an increase in a* indicates the development of brown tones;
- a decrease in b* indicates degradation of yellow pigments.

Minimal color changes were recorded during low-temperature convective drying. Energy consumption in convective drying systems was found to vary significantly depending on the technological configuration.

Table-2.

<i>Drying System</i>	<i>Specific Energy Consumption (kWh/kg of evaporated water)</i>	<i>Thermal Efficiency</i>
<i>Conventional hot-air dryer</i>	4.5-6.0	30-40%
<i>Heat pump-assisted system</i>	2.0-3.0	55-70%
<i>Solar-convective system</i>	0.8-1.5	65-80%
<i>Heat recovery (recuperative) system</i>	3.0-3.8	45-55%

In heat pump-assisted dryers, the Coefficient of Performance (COP) was determined to range between 3.0 and 4.5, indicating efficient utilization of energy resources.

Based on multi-criteria optimization, the following parameters were identified as optimal:

temperature: 55-60°C

air velocity: 2-3 m/s

relative humidity: 15-20%

product thickness: 5-7 mm

This operating regime:

- reduces energy consumption;
- ensures maximum preservation of bioactive compounds;
- optimizes drying time;
- preserves product color and texture.

Analysis of variance (ANOVA) confirmed that drying temperature and air velocity have a statistically significant effect on the moisture removal rate ($p < 0.05$).

Correlation analysis results indicate:

temperature $\uparrow \rightarrow$ drying rate $\uparrow$ ($r = 0.91$)

temperature $\uparrow \rightarrow$ vitamin C $\downarrow$ ($r = -0.87$)

air velocity $\uparrow \rightarrow$ drying time $\downarrow$ ($r = -0.79$)

The obtained results confirm that:

- convective drying ensures microbiological safety;
- drying under optimal conditions preserves bioactive components;
- energy-efficient equipment reduces production costs;
- the use of solar energy enhances environmental sustainability;
- modeling of drying kinetics enables optimization of industrial processes.

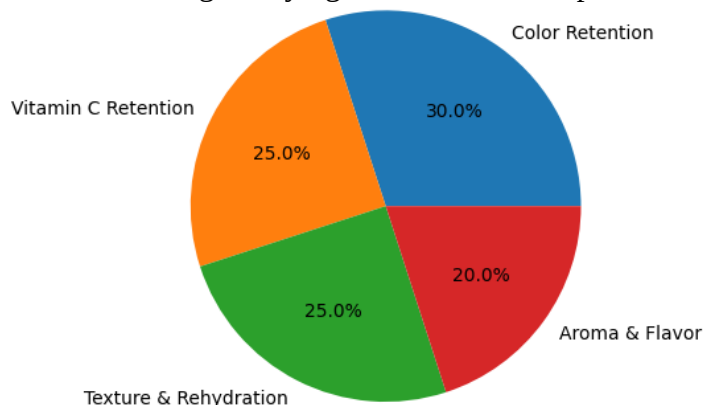


Figure 3. Quality Preservation Factors during Convective Drying.

Figure 3 shows the relative contribution of key quality preservation factors during convective drying. Color retention represents the largest share, followed by vitamin C retention and texture/rehydration capacity. Aroma and flavor preservation contribute a smaller portion but remain essential for consumer acceptance. These factors collectively determine the overall quality of dried fruit products.

Discussion. The obtained results once again confirm the important role of convective drying technology in fruit preservation and processing systems. The interrelationship between heat and mass transfer processes, the limitation of moisture migration by internal diffusion, and the direct influence of drying parameters on product quality and energy consumption were established, leading to significant scientific conclusions from a food engineering perspective.

Convective drying technology provides a drying mechanism well suited to the capillary-porous structure of biological materials. The flow of heated air accelerates moisture evaporation from the product surface, creating an internal moisture gradient that activates diffusion processes.

Scientific studies (Mujumdar, 2014; Fellows, 2017) highlight the following advantages of convective drying:

- adaptability to a wide range of raw materials;
- simplicity of technological control;
- feasibility of integration into continuous production lines;
- high standards of sanitary and hygienic safety.

At the same time, heat-sensitive components of products (vitamins, phenolic compounds, and aromatic substances) may degrade under high-temperature exposure. Therefore, optimization of drying parameters represents an important technological challenge.

The results indicate that drying temperature and air velocity are the primary factors determining the intensity of heat and mass transfer. Increasing temperature accelerates moisture diffusion, however:

- thermo-oxidative degradation of ascorbic acid intensifies;
- carotenoids and anthocyanins undergo degradation;
- color darkening occurs due to Maillard reactions.

Studies by Vega-Gálvez et al. (2009) likewise confirm that moderate temperature regimes ensure maximum preservation of bioactive compounds.

An increase in air velocity reduces boundary layer resistance and enhances the convective mass transfer coefficient. However, excessively high air velocity may increase energy consumption and lead to surface hardening (case hardening) of the product.

During drying, the following structural changes occur in biological tissues:

- deformation of cell walls;
- loss of turgor pressure;
- narrowing of capillary channels;
- reduction in porosity.

These changes intensify at high drying rates, whereas low-temperature and controlled drying help preserve microstructural integrity.

The degree of structural degradation is directly related to rehydration capacity. A high rehydration ratio indicates minimal damage to the product microstructure.

A major drawback of conventional convective drying systems is significant heat loss. A large portion of thermal energy is discharged to the environment with exhaust air.

Modern energy-efficient technologies address this limitation.

Heat pump drying systems offer:

- closed-cycle operation;
- recovery of latent heat;
- 40-60% reduction in energy consumption;
- capability for low-temperature drying.

Reusing heat from exhaust air significantly improves system efficiency.

According to Sharma and Chen (2009), solar dryers substantially reduce energy consumption while ensuring environmental sustainability.

Konvektiv quritishning boshqa quritish usullari bilan solishtirilishi

Table-3.

<i>Method</i>	<i>Advantages</i>	<i>Disadvantages</i>
<i>Convective drying</i>	economical; flexible	high energy consumption
<i>Vacuum drying</i>	low-temperature processing	high capital cost
<i>Freeze-drying (lyophilization)</i>	maximum quality preservation	very expensive
<i>Infrared drying</i>	rapid drying	risk of non-uniform heating
<i>Microwave drying</i>	fast and efficient	technological complexity

Convective drying provides an optimal balance between product quality and economic efficiency.

In recent years, IoT sensors, artificial intelligence algorithms, and real-time monitoring systems have been increasingly applied to optimize the drying process. Intelligent systems enable:

- real-time monitoring of moisture content and temperature;
- minimization of energy consumption;
- automatic optimization of the drying process;
- standardization of product quality.

Uzbekistan's agroclimatic conditions are highly favorable for fruit production and the manufacture of dried products. Due to high solar radiation levels, the implementation of solar-convective drying technologies represents an economically and environmentally efficient solution.

The development of convective drying technology:

- reduces post-harvest losses;
- increases the production of export-oriented products;
- creates additional income sources in rural areas;
- strengthens food security.

The obtained results are consistent with heat and mass transfer theory and align with international research on the drying of biological materials. The diffusion-controlled nature of drying kinetics, the existence of optimal temperature regimes, and the advantages of energy-efficient technologies were scientifically substantiated.

Future research should focus on the following directions:

- development of hybrid drying technologies;
- process control based on artificial intelligence;
- identification of regimes that maximize the preservation of bioactive compounds;
- design of low-energy dryer constructions;
- improvement of mathematical models of the drying process.

Conclusion. Convective drying technology represents an effective and scientifically grounded method for fruit preservation and processing. The reduction of moisture content and water activity

during drying ensures microbiological stability and significantly extends product shelf life. The results indicate that the main stage of the drying process is limited by internal moisture diffusion.

The optimal drying regime (50-60°C) preserves bioactive compounds while maintaining color, aroma, and rehydration capacity. Although higher temperatures accelerate drying, they also intensify vitamin degradation and color changes. Modern energy-efficient drying systems, including heat pump-assisted and solar-convective dryers, offer significant potential to reduce energy consumption, lower production costs, and ensure environmental sustainability. Integrating convective drying with automated control systems and renewable energy sources represents a promising direction for improving the efficiency of food processing.

References

- [1]. Лыков А.В. Теория сушки. Москва: Энергия, 1968, с. 5-120.
- [2]. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. Москва: Пищевая промышленность, 1973, с. 33-150.
- [3]. Кудра Т., Струмилло Ч. Процессы сушки пищевых материалов. Москва: Колос, 1998, с. 60-180.
- [4]. Филиппов В.И. Тепломассообмен при сушке пищевого сырья. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005, с. 45-140.
- [5]. Мирзаев А., Абдуллаев Ш. Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини сақлаш ва қайта ишлаш технологияси. Тошкент: Ўқитувчи, 2010, 85-156-бетлар.
- [6]. Рахматов О.Р., Юлдашев Б.Ю. Озиқ-овқат маҳсулотларини қуритиш технологияси. Тошкент: Фан, 2012, 42-118-бетлар.
- [7]. Турсунов Х.Т. Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш асослари. Тошкент: Тафаккур, 2016, 97-173-бетлар.
- [8]. Абдурахмонов З.А. Meva va sabzavotlarni saqlash texnologiyasi. Toshkent: Fan va texnologiya, 2018, 55-132-betlar.
- [9]. Юсупов С., Каримов Н. Озиқ-овқат технологияси ва хавфсизлиги асослари. Тошкент: IQTISOD-MOLIYA, 2019, 120-198-бетлар.
- [10]. Исмоилов М.М. Қуритиш жараёнида энергия тежамкор технологиялар. *Ўзбекистон техника журналы*, 2021, №3, 44-52-бетлар.
- [11]. Хамидов Б.Э. Қуёш энергияси асосида мева маҳсулотларини қуритиш. *Қишлоқ хўжалиги инновациялари журналы*, 2020, №2, 33-41-бетлар.

BENZIN TARKIBIGA ORGANIK QO'SHIMCHALAR KIRITISH ORQALI OKTAN SONINI OSHIRISH JARAYONLARINI TADQIQ QILISH

X.A. Xolmatova¹ U.X. Sodikov²

¹ *Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi*

² *Farg'ona davlat texnika universiteti, usmonjonsodikov89@gmail.com
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)*

Annotatsiya: Mazkur ilmiy tadqiqot ishida avtomobil benzinlarining oktan sonini oshirish maqsadida organik qo'shimchalarning fizik-kimyoviy ta'siri o'rganildi. Tadqiqot davomida bazaviy benzin tarkibiga texnik spirt va M-646 erituvchisi turli nisbatlarda qo'shib, hosil bo'lgan aralashmalarning tarkibi gaz xromatografiyasi–massa spektrometriyasi (GC-MS) hamda infraqizil (IQ) spektral tahlil usullari yordamida tahlil qilindi. Olingan natijalarda etanol, metanol, toluol, ksilol va boshqa aromatik uglevodorodlarning mavjudligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari oxygenat va aromatik qo'shimchalarning detonatsiyaga chidamlilikni oshirishdagi muhim rolini ko'rsatdi. Organik qo'shimchalarning sinergetik ta'siri natijasida AI-92 va AI-95 standartlariga yaqin yoqilg'i kompozitsiyalarini hosil qilish imkoniyati aniqlandi.

Kalit so'zlar: oktan soni, benzin, etanol, texnik spirt, M-646, aromatik uglevodorodlar, detonatsiya, GC-MS, IQ tahlil, oxygenat qo'shimchalar.

KIRISH Bugungi kunda avtomobil transporti sanoatining jadal rivojlanishi yuqori sifatli motor yoqilg'ilariga bo'lgan ehtiyojni keskin oshirmoqda. Ichki yonuv dvigatellarining samaradorligi, ekspluatatsion barqarorligi hamda ekologik xavfsizligi ishlatiladigan yoqilg'ining fizik-kimyoviy xossalarga bevosita bog'liqdir [1].

Motor benzinlarining eng muhim sifat ko'rsatkichlaridan biri detonatsiyaga chidamlilik hisoblanadi. Detonatsiya – bu yonilg'i aralashmasining nazoratsiz portlashsimon yonish jarayoni bo'lib, u dvigatel qismlarining tez yeyilishiga, quvvatning kamayishiga hamda yonilg'i sarfining ortishiga olib keladi [2].

Detonatsiyaga chidamlilik odatda oktan soni bilan ifodalanadi. Oktan soni qancha yuqori bo'lsa, benzinning siqilish vaqtida o'z-o'zidan alanganish ehtimoli shuncha past bo'ladi [3].

Hozirgi vaqtda AI-92 va AI-95 markali benzinlar eng ko'p qo'llaniladigan yoqilg'i turlari hisoblanadi. Ushbu markadagi benzinlarni ishlab chiqarish uchun neftni qayta ishlash sanoatida katalitik reforming, izomerizatsiya, alkilatsiya kabi murakkab texnologik jarayonlardan foydalaniladi [4]. Biroq ushbu texnologiyalar katta energiya sarfi va murakkab uskunalarni talab qilishi sababli iqtisodiy jihatdan qimmat hisoblanadi.

So'nggi yillarda organik qo'shimchalar yordamida oktan sonini oshirish texnologiyalariga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ayniqsa oxygenat qo'shimchalar – etanol va metanol – yuqori oktan soniga egaligi sababli istiqbolli komponentlar sifatida qaralmoqda [5].

Etanol tarkibida kislorod mavjudligi sababli yonilg'ining to'liqroq yonishini ta'minlaydi va chiqindi gazlar tarkibidagi zararli moddalarni kamaytiradi [6]. Shu bilan birga aromatik uglevodorodlar – toluol, benzol va ksilollar – detonatsiyaga qarshilikni oshiruvchi samarali komponentlar hisoblanadi [7].

M-646 erituvchisi tarkibida turli organik erituvchilar va aromatik komponentlar mavjud bo'lib, ular benzinning bug'lanish xususiyatlari va detonatsiyaga chidamliligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Mazkur tadqiqot ishining asosiy maqsadi bazaviy benzin tarkibiga texnik spirt va M-646 erituvchisi asosidagi organik qo'shimchalar kiritish orqali oktan sonini oshirish imkoniyatlarini instrumental tahlil usullari yordamida o'rganishdan iborat.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, unda organik qo'shimchalarning tarkibiy komponentlari GC-MS va IQ spektral usullari yordamida chuqur tahlil qilinib, ularning detonatsiyaga chidamlilikka ta'siri ilmiy asoslangan.

Motor yoqilg'ilarining oktan sonini oshirish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Jahon amaliyotida yuqori oktanli yoqilg'ilar ishlab chiqarishda oxygenat qo'shimchalardan keng foydalaniladi [8].

Amerika Qo'shma Shtatlari va Yevropa mamlakatlarida bioetanol asosidagi yoqilg'ilar ekologik xavfsiz alternativ yoqilg'i sifatida joriy etilgan [9]. Etanolning oktan soni yuqori bo'lib, u detonatsiyaga chidamlilikni oshiradi.

Metanol ham yuqori oktanli qo'shimcha hisoblanadi. Biroq metanolning korrozion faolligi va suv bilan yuqori aralashuvchanligi uning amaliy qo'llanilishini cheklaydi [10].

Aromatik uglevodorodlar, xususan toluol va ksilollar, yuqori oktanli komponentlar sifatida benzin tarkibida keng qo'llaniladi [11].

GC-MS usuli neft mahsulotlari tarkibini tahlil qilishda eng samarali instrumental usullardan biri hisoblanadi. Ushbu usul yordamida komponentlarning retention time, molecular mass va area % ko'rsatkichlari aniqlanadi [12].

IQ spektroskopiya usuli esa funksional guruhlarini aniqlash va organik moddalar tarkibini tasdiqlashda keng qo'llaniladi [13].

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, organik qo'shimchalar yordamida oktan sonini oshirish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Biroq texnik spirt va M-646 erituvchisi asosidagi aralashmalar bo'yicha tadqiqotlar yetarli darajada o'rganilmagan.

Tadqiqot obyekti

Tadqiqot obyekti sifatida bazaviy avtomobil benzini va unga qo'shilgan organik qo'shimchalar tanlab olindi.

Ishlatilgan reagentlar

Tadqiqot davomida quyidagi materiallardan foydalanildi:

bazaviy avtomobil benzini;

texnik spirt;

M-646 erituvchisi;
laboratoriya reagentlari.
Asbob-uskunalar

Tadqiqot davomida namunalarning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash uchun zamonaviy instrumental usullardan foydalanildi.

1-jadval.

Tadqiqotda foydalanilgan asbob-uskunalar

№	Jihoz nomi	Vazifasi
1	GC-MS analizatori	Kimyoviy tarkibni aniqlash
2	IQ spektrometri	Funksional guruhlarni aniqlash
3	Laboratoriya mikseri	Namunalarni aralashtirish
4	O'lchov silindrlari	Hajmiy nisbatlarni tayyorlash

GC-MS analizatori yordamida namunalar tarkibidagi organik komponentlar identifikatsiya qilindi. IQ spektrometri orqali esa kislorodli birikmalar va aromatik strukturalar aniqlandi.

Bazaviy benzina turli nisbatlarda texnik spirt va M-646 erituvchisi qo'shildi. Namunalar laboratoriya mikseri yordamida homogen holatga keltirildi.

Hosil bo'lgan aralashmalar instrumental tahlil usullari yordamida tekshirildi.

GC-MS tahlili davomida texnik spirt tarkibida etanolning yuqori miqdorda mavjudligi aniqlandi.

2-jadval.

Texnik spirt tarkibining GC-MS natijalari

Komponent	Area %	Similarity
Ethanol	50.04	86
Ethanol	47.45	78
Methyl alcohol	2.52	97

Natijalarga ko'ra etanol aralashmadagi asosiy oxygenat komponent hisoblanadi.

Metanolning mavjudligi ham detonatsiyaga chidamlilikka ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

M-646 erituvchisi tarkibida aromatik uglevodorodlar mavjudligi aniqlandi.

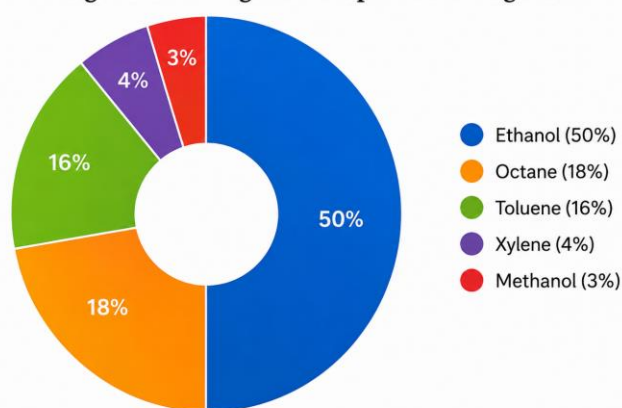
3-jadval.

Aromatik komponentlarning GC-MS natijalari

Komponent	Area %
Octane	18.12
Toluene	16.82
Xylene	3.82
Trimethylbenzene	1.31

Mazkur komponentlar yuqori oktanli muhit hosil qilishga yordam beradi.

Diagramma 1. Organik komponentlarning ulushi



1-rasm Diagrammadan ko'rinib turibdiki, etanol eng katta ulushni tashkil qilgan.

IQ spektral natijalar, IQ spektral tahlilda: O-H bog'lari; aromatik halqalar; C-H valent tebranishlari aniqlangan.

Bu natijalar organik qo'shimchalarning tarkibida oxygenat va aromatik komponentlar mavjudligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalari organik qo'shimchalarning benzinning oktan sonini oshirishda samarali ekanligini ko'rsatdi.

Etanol yuqori oktan soniga egaligi sababli detonatsiyaga qarshilikni oshiradi [14]. Kislorodli struktura esa yonilg'ining to'liqroq yonishini ta'minlaydi.

M-646 tarkibidagi aromatik uglevodorodlar ham detonatsiyaga chidamlilikni oshirishga xizmat qiladi. Ayniqsa toluol va trimetilbenzol yuqori oktanli komponent sifatida muhim ahamiyatga ega [15].

GC-MS natijalarida etanol va aromatik komponentlarning birgalikdagi mavjudligi sinergetik ta'sir hosil qilganligi kuzatildi.

Natijalar AI-92 va AI-95 standartlariga yaqin yoqilg'i kompozitsiyalarini olish imkoniyatini ko'rsatdi.

XULOSA Olib borilgan tadqiqotlar natijasida texnik spirt tarkibidagi etanol va metanol komponentlari benzinning detonatsiyaga chidamliligini oshirishda samarali oxygenat qo'shimchalar ekanligi aniqlandi. Ushbu komponentlarning yuqori oktan soniga egaligi yonilg'ining ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qilishi kuzatildi.

Tadqiqot davomida M-646 erituvchisi tarkibidagi aromatik uglevodorodlar, xususan toluol va boshqa aromatik komponentlar benzinning detonatsiyaga qarshiligini oshirishda muhim rol o'ynashi eksperimental jihatdan tasdiqlandi.

Gaz xromatografiyasi–massa spektrometriyasi (GC-MS) tahlillari organik qo'shimchalar tarkibidagi asosiy komponentlarni yuqori aniqlikda identifikatsiya qilish imkonini berdi hamda namunalarning kimyoviy tarkibi bo'yicha ishonchli analitik ma'lumotlar olinishini ta'minladi.

Infraqizil (IQ) spektral tahlil natijalari namunalar tarkibida oxygenat va aromatik funksional guruhlar mavjudligini tasdiqlab, GC-MS tahlillaridan olingan natijalarni to'ldirdi va ularning o'zaro mosligini ko'rsatdi.

Texnik spirt va aromatik organik qo'shimchalarning birgalikdagi sinergetik ta'siri natijasida AI-92 va AI-95 standartlariga yaqin fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan yoqilg'i kompozitsiyalarini hosil qilish imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

Olingan tadqiqot natijalari avtomobil benzinlarining oktan sonini oshirishda organik qo'shimchalardan foydalanish istiqbolli ilmiy-amaliy yo'nalish ekanligini ko'rsatdi hamda yuqori oktanli motor yoqilg'ilarini ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish uchun muhim ilmiy asos yaratdi.

Adabiyotlar

- [1]. Speight J.G. Handbook of Petroleum Product Analysis. Wiley Source
- [2]. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw Hill Source
- [3]. ASTM D2699 – Research Octane Number Standard. [ASTM Standard](#)
- [4]. Gary J.H. Petroleum Refining Technology and Economics. Elsevier Source
- [5]. Ethanol Fuel Research. [U.S. Department of Energy](#)
- [6]. Oxygenated Fuel Additives Review. [MDPI Research](#)
- [7]. Aromatic Hydrocarbons in Fuel Technology. ScienceDirect Source
- [8]. Fuel Additives and Octane Enhancement Technologies. ScienceDirect Fuel Additives
- [9]. Bioethanol in Automotive Fuels. IEA Bioenergy
- [10]. Methanol Fuel Characteristics. Methanol Institute
- [11]. Octane Number and Aromatic Compounds. ScienceDirect Octane Research
- [12]. GC-MS Applications in Petroleum Analysis. [ScienceDirect GC-MS](#)
- [13]. Infrared Spectroscopy in Organic Chemistry. Chem LibreTexts
- [14]. Ethanol as Octane Improver. Energy.gov Research
- [15]. Fuel Chemistry and Aromatic Components. [ACS Publications](#)

УЎК: 633.511:631.4:621.7.019

ЭКОЛОГИК ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА ҒЎЗА ДЕФОЛИАЦИЯСИНИ САМАРАДОРЛИГИНИ АНИҚЛАШДА ОБ-ҲАВОНИНГ ТАҲЛИЛИ

М.М. Убайдуллаев

“Фарғона давлат техника университети”

E-mail: mubaydullaev6554@gmail.com, тел: 90 274-65-54

(Қабул қилинди 20.04.2026 й.)

Аннотация. Ҳар бир ҳудуднинг табиий иқлим ва тупроқ шароитлари, ғўзани парваришлашда ўтказилаётган агротехник тадбирлар етиштирилаётган ҳомиёнинг миқдорига ва сифатига ўз таъсирини кўрсатади. Айниқса, ғўза дефолиацияси ўтказиладиган далаларда табиий-иқлим шароитларининг ўрни муҳимдир. Ушбу мақолада экологик иқлим ўзгаришининг ҳозирги ҳолати, унинг оқибатлари, Фарғона вилоятининг ўтлоқи соз тупроқлари шароитида С-8290, С-6775, С-9090, Наманган-77 ва Андижон-35 ўрта толали ғўза навларида дефолиация агротадбирини ўтказиш учун об-ҳаво ҳарорати тажриба йиллари кесимида ўрганилган ва ёгингарчилик март ойида ўртача 19,6 мм ни, апрелда 7,2 мм ни, май ойида 17,4 мм ни ва июнь ойида эса 6,3 мм ни ташкил этиб, асосий ёгингарчилик март ойида 19,6 мм бўлганлиги каби илмий асосланган маълумотлар келтирилган.

Калит сўзлар: иқлим ўзгариши, ғўза, ҳарорат, ёгингарчилик, кўрсаткичлар.

1. Кириш. Юртимизда глобал иқлим ўзгариши натижасида кун сайин қуйидаги салбий оқибатларга олиб келмоқда. Жумладан, ҳарорат кўтарилиши натижасида сувнинг буғланиш кўрсаткичининг ошиши айрим ҳудудларда сув ресурслари камайишига, танқислигига таъсир қилмоқда; экологик танглик оқибатида йил давомида умуман ёгингарчилик бўлмаган кунлар сони ортмоқда; тупроқда сизот сув сатҳининг пастлаб кетиши натижасида ҳосилдорлик кўрсаткичлари тушиб кетмоқда; тубдан исиш ва совиш каби беқарор аномал ҳодисаларнинг ўзгариши қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ва меваларнинг касалланишига ҳамда нобуд бўлишига олиб келмоқда [2].

Бошқа экинлар сингари ғўза ўсимлигининг ҳам ўсиб ривожланишида, бир фазадан иккинчи фазага ўтишида табиий иқлим шароити, яъни ҳаво ҳарорати, намлиги, ёгингарчилик миқдори, эсаётган шамол тезликлари ва бир қатор табиий омиллар муҳим аҳамиятга эга. Чунки, ўсимлик танасида кечадиган ҳар қандай физиологик-биокимёвий жараёнлар, реакциялар маълум ҳарорат, намлик ва ёруғликда содир бўлади. Ҳар бир ҳудуднинг табиий иқлим ва тупроқ шароитлари, ғўзани парваришлашда ўтказилаётган агротехник тадбирлар етиштирилаётган ҳомиёнинг миқдорига ва сифатига ўз таъсирини кўрсатади. Айниқса, ғўза дефолиацияси ўтказиладиган далаларда табиий-иқлим шароитларининг ўрни муҳимдир. Шу муносабат билан тажриба ўтказилган йилларда ҳудуднинг табиий иқлим шароитлари асосий омиллардан бири сифатида аниқлаб борилиши долзарб ҳисобланади [3].

Ўзанинг ривожланиши, баргининг кам ёки кўплиги ва ҳавонинг ҳароратига қараб бир хўжаликда дефолиацияга киришишдан олдин дала шароити ўрганилиб, бу тадбирни табақалаштирилган ҳолда ўтказиш лозим [5].

Ҳарорат қанча баланд бўлса, дефолиантнинг барг ичига кириш қобилияти шунча юқори бўлади. Ишлатилаётган дефолиантлар ҳарорат 17-18 даражадан паст бўлса, яхши таъсир кўрсатмайди [4].

2. Адабиётлар шарҳи. М.Муҳаммаджонов ва А.Зокировларнинг ёзишича дефолиация ўтказишда ҳаво ҳарорати муҳим аҳамият касб этади. Иссиқлик ҳароратининг 18-21 °С атрофида бўлиши мўътадил ҳисобланади. Суткалик ҳарорат 14-15 °С бўлса барглارнинг тўкилиши камаяди, агар ҳарорат 21 °С дан ортиб кетса дефолиант меъёрини 10 фоизга камайтириш керак бўлади [1].

Т.Тўрахўджаев, Н.Арслоновларнинг фикрича, дефолиацияни ўтказишда ғўза навларининг ўзига ҳос хусусиятларини ва атроф муҳитни барча омиллари таъсирини ҳисобга олиш зарур, шундагина дефолиация самарали бўлади [12].

E.J.Jones, G.D.Wills, J.E.Hanks ва A.B.Curry ларнинг аниқлашларича, кўсакнинг тўла етилиб пишишигача бўлган муддат ўсув шароити ва об-ҳаво шароитларига боғлиқ бўлади. Иссиқ ва қуруқ иқлим кўсакларнинг пишишини тезлаштиради, аксинча салқин ва нам иқлим шароитлари кўсаклар пишишини секинлаштиради [6].

J.Logan, C.O.Gwathmey ларнинг таъкидлашларича, қўлланилган дефолиантларнинг таъсири кундузги ва кечки ҳаво ҳароратларига боғлиқ бўлади [7].

К.Насриддинов Андижон вилоятида Бутифос дефолиантини ташқи омилларга боғлиқ ҳолда ғўзага қўллаш меъёрларини аниқлаб, шундай ҳулосага келдики, дефолиациядан олдин тупроқ намлиги 60-70% бўлиши керак, акс ҳолда дефолиация жуда кам самара беради [9].

J.A.Riley нинг айтишича, пахта терими даврида ғўза қатор ораларидаги ҳаво намлигининг ортиши, тола сифатини пасайтиради. Қолаверса бу ердаги ҳавонинг нисбий намлиги асосан ғўзанинг барг сатҳи юзасига боғлиқ бўлиб, барглар тўкилгач бу кўрсаткич камайган [8].

L.G.Thead таъкидлашича, қурғоқчил ҳароратли минтақаларда пахта етиштириувчилар кўпинча ноқулай шароитларда ўсган ғўзани дефолиация қилишда муаммоларга дуч келишади. Тупроқ намлигининг пастлиги ва ҳаво ҳароратининг юқорилиги сабабли ғўза стресс ҳолатга тушади [10].

А.Имомалиев, К.Худойбергановларнинг фикрича ғўзани дефолиация қилишда ҳаво ҳароратини, тупроқ намлигини, шамол тезлиги каби табиий омилларни инобатга олиш зарур ҳисобланади ва шундагина қўлланилган дефолиантлар ўзининг ижобий хусусиятини намоён этади [11].

Дефолиантларни турли об-ҳаво шароитларида ва турли агротадбирларга боғлиқ ҳолда ўрта толали ғўза навларида мақбул меъёр ва муддатларини баҳолаш олиб бораётган изланишларнинг янгилигини ва ечилиши лозим бўлган долзарб муаммо эканлигини кўрсатади.

Демак, юқоридаги олимларнинг олиб борган илмий маълумотларининг шарҳларига қараганда дефолиациянинг самарадорлиги кўпгина агротадбирларга боғлиқлигига гувоҳ бўламиз. Лекин, бу борадаги муаммолар тўлалигича ўрганилмаганлиги, илмий жиҳатдан ҳал қилинмаганлиги, қолаверса кейинги йилларда об-ҳавонинг кескин ўзгариб бориши ёки ҳар бир худуднинг иқлим шароитларига мос янги, ярим юмшоқ таъсир этувчи турли хил хорижий ва маҳаллий дефолиантларнинг яратилиши, ғўзани сунъий баргсизлантириш бўйича илмий изланишларни узулуксиз давом эттиришни тақазо этади.

3. Тадқиқот материаллари ва услуги. Юқоридаги долзарб вазифалардан келиб чиқиб, 2018-2022 йиллар давомида мавзу юзасидан тадқиқотларимиз Фарғона вилоятининг Қува туманида жойлашган Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти илмий тажриба станциясининг ўтлоқи соз, механик таркибига кўра оғир кумок, кам шўрланган, сизот сувлари 1,6-1,8 метр чуқурликда жойлашган тупроқ шароитида олиб борилди. Илмий изланишлар Дала ва лабораториядаги илмий изланишлар ПСУЕАТИда қабул қилинган “Методика полевых опытов с хлопчатником” (1981), “Дефолиантларни синаш бўйича услубий кўрсатмалар” (2004) ва “Дала тажрибаларини ўтказиш услублари” (2007) қўлланмалари асосида олиб борилган. Маълумотларга статистик ишлов беришда Б.Доспеховнинг “Методика полевого опыта” (1985) қўлланмасидан фойдаланилган.

Тажриба даласининг тупроқларига агрокимёвий тавсиф беришда тажрибани бошлашдан олдин 0-30 ва 30-50 см қатламлардан тупроқ намуналари олиниб, тупроқдаги умумий чиринди миқдорини аниқлаш учун И.В.Тюрин, умумий азот ва фосфорни аниқлашда И.М.Малцева ва Л.Н.Гритценко услубларидан, нитратли азотни аниқлашда ионометрик асбобдан, ҳаракатчан фосфорни аниқлашда Б.П.Мачигин ва алмашинувчи калийни аниқлашда П.В. Протасов услубларидан фойдаланилган.

Пахта толасининг технологик хусусиятлари "Методы определения свойств хлопковолокна" (1972) услубида аниқланди. Толанинг нави ЛПС-4 дастгоҳида, тола чиқими жиндан чиқариш, 1000 дона чигит вазни лаборатория тарозисида ўлчаш йўли билан аниқланган. Ўсимлик барг сатҳининг юзаси А.Ничипорович (1961) услубига асосан аниқланган.

Дефолиациядан олдин, етти ва ўн тўрт кун ўтгач ҳар бир вариантда ўсимликда қуриган, ярим қуриган, яшил барглар, очилган ва ярим очилган кўсақлар сони ҳисобланди сўнгра олинган маълумотлар фоиз ҳисобида келтирилган.

Чигитнинг мойдорлиги ва ядродаги мой ва чиқим миқдори аниқланган.

Ҳар бир пахта терими олдиан I ва II қайтариқлардан вариантлар буйича 50 донадан кўсақ пахтаси умумий терим ҳисобида териб олиниб, олинган намуналардан бир дона кўсақ

пахта вазни ва пахта толасининг технологик хусусиятлари ҳамда чигит сифати вариантлар бўйича аниқланган.

Ўтказилган барча таҳлиллар «Методы определения свойств хлопка-волокна», (Москва, 1972) услубномаси асосида ва ГОСТ 3274, 0-72, ГОСТ 3274, 5-72, ГОСТ 2182, 0-76 бўйича аниқланди. Толанинг нави ЛПС-4 асбоби ёрдамида, чигитнинг мойдорлиги Соксклет асбобида аниқланган. Олинган ҳосил ва фенологик кузатиш маълумотларига Б.А.Доспеховнинг (1979; 1981) "Методика полевого опыта" қўлланмаси асосида дисперсион таҳлил услубида математик ишлов берилган.

Иқтисодий самарадорлик "Основные положения определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР, новой техники и изобретений, рационализаторский предложений" (1987) қўлланмасида келтирилган услублар бўйича ҳисобланган.

4. Таҳлил ва натижалар. Тадқиқотлар 2018-2022 йиллар мобайнида олиб борилди. Тажриба давомида табиий иқлим шароитлари, яъни ҳаво ҳарорати ва ёгингарчилик миқдори, шамол тезлиги кузатиб борилди. Вилоят ҳудуди Қўқон ва Фарғона агроиқлим туманларига бўлинади. Қўқон агроиқлим туманининг шимолий чегараси Сирдарё бўйлаб, ғарби эса Қайроққум сув омборигача боради. Жанубий чегараси катта Фарғона канали бўйлаб, шарқи Андижон вилояти билан чегарадош. Бу туман юқори термик ҳароратга эгаллиги билан ажралиб туради. Самарали ҳаво ҳароратининг йиллик йиғиндиси 2500-2800 °С га тенг, яъни иссиқ минтақага мансуб. Об-ҳаво шароити 44-46 °С иссиқдан, 16-19 °С совуққачан боради. Бир йилда илиқ кунлар 206-218 га тўғри келади. Бу туман ўзининг ниҳоятда қурғоқгарчилиги билан ажралиб туради. Масалан, ўртача йиллик ёгингарчилик миқдори Ултармада атиги 85 мм ни, Қўқонда 86 мм ни ташкил этади. Туманнинг энг ҳарактерли белгиси, айниқса баҳор ойларида шамолнинг кўплигидир. Қўқон шамоли деган кучли шамоллар баҳорда тез-тез бўлиб туради. Шамолнинг тезлиги ҳатто 35-45 м/сонияни ташкил қилади.

Фарғона вилоятининг Қува туманидаги Фарғона филиалида жойлашган "Федченко" номли метеорологик шахобчасининг маълумотларига кўра тадқиқот ўтказиш йилларида қишлоқ хўжалиги экинларининг ўсиши ва ривожланиши учун ҳаво ҳароратида кескин ўзгариш бўлмади яъни, ўртача мўтадил шароит бўлди.



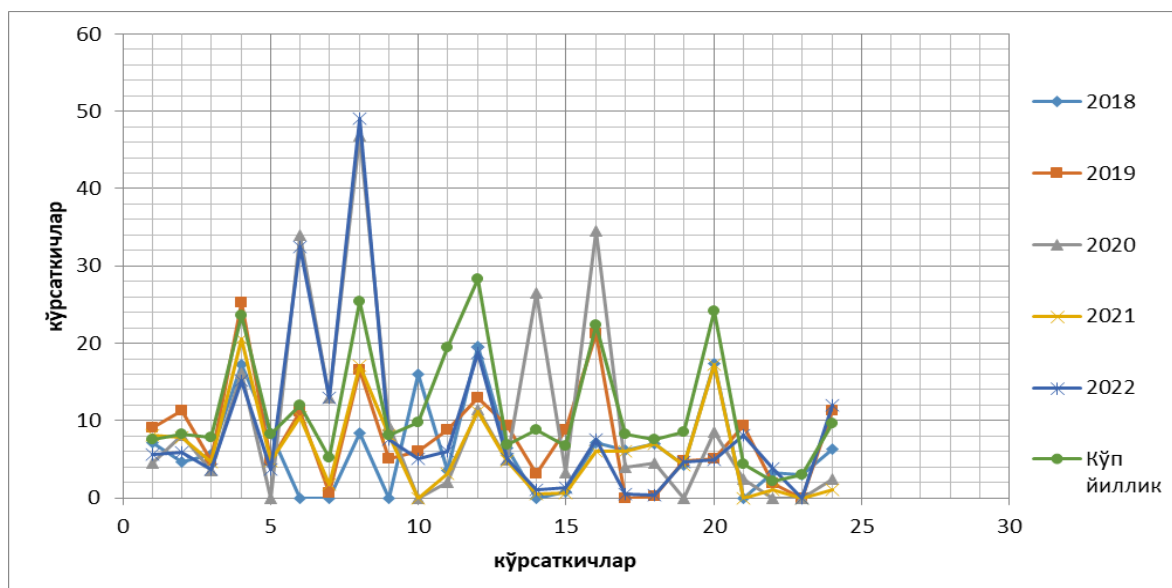
1-диаграмма. Ҳаво ҳарорати ва ёгингарчилик миқдори, мм.

Олиб борилган йилнинг биринчисида (1-2-тажрибалар) яъни 2018 йилда, ҳаво-ҳарорати январь, февраль ойларида кўп йиллик (-0,2 ва 2,7) дан баланд (3,2 ва 5,6 °С) бўлиб,

ёғин миқдори январь ойида 17,3 мм ни ва февраль ойида 8,4 мм. ни ташкил этди. Шунинг таъкидлаш керакки, баҳор ойлари жуда серёғин келиб, хаттоки июнь ойигача давом этди. Чунончи, ёғингарчилик март ойида ўртача 19,6 мм ни, апрелда 7,2 мм ни, май ойида 17,4 мм ни ва июнь ойида эса 6,3 мм ни ташкил этиб, асосий ёғингарчилик март ойида 19,6 мм бўлди. Шу боисдан ерга чигит қадаш ишлари 15-20 кунга орқага сурилди. Ёз ойларида ҳаво ҳарорати ўртача кўп йилликдан паст бўлмаган ҳолда, 26,6-27,2-26,0 °C ни, куз ойларида эса кўп йилликдан бироз юқори бўлганлиги боис бир оз кеч бўлсада ғўза ниҳоллари яхши ривожланиб энг сўнги агротехник тадбирлардан бири бўлган ғўза дефолиациясини ўтказишга имкон туғилди.

2019-йилнинг январь ва февраль ойларида ҳаво-ҳарорати кўп йилликдан баландроқ бўлиб ўртача 1,8-4,3 °C ни ташкил этди. Ушбу йили ёғингарчилик бошқа йилларга нисбатан кўп бўлиб январь ва февраль ойларида 25,2 ва 16,6 мм ни ташкил этганлиги кузатилган ган бўлса, март ва апрель ойларида ёғингарчилик миқдори бироз камайган ҳолда 13,0-21,2 мм ни ташкил этди. Ҳаво ҳарорати март ва апрель ойларида 12,3-16,8 °C ни ташкил этиб, кўп йилликга ва 2018-йилга нисбатан бироз юқорироқ бўлганлиги учун чигитни ўз вақтида экиб олиш имконини берди.

Ҳаво ҳарорати 2020 йилда чигит экиш учун жуда қулай келиб апрель ойининг иккинчи ва учинчи декадаларида 15,4-21,2 °C ни ташкил этган ҳолда олдинги йилларга нисбатан бироз юқорироқ бўлганлиги ва ёғингарчилик ҳам апрель ойининг иккинчи декадасида бир оз кўп миқдорда бўлиб 26,2 мм ни, апрель ойининг учинчи декадасида ёғингарчилик оз яъни 3,3 мм ни ташкил этган билан ажралиб турди.



2-диаграмма. Об-ҳавонинг ҳарорат кўрсаткичлари.

Таъкидлаш жоизки, бу (2020) йили ҳар уччала дала тажрибаларида чигитлар 27-апрел куни экилиб, тўла ниҳоллар ундириб олинган. демак, иқлимни қулай келганлигидан далолат беради. 2021-йилнинг баҳорида ўртача ойлик ҳаво ҳарорати (мартда) 12,6 °C ни ташкил этган ҳолда кўп йилликдан 3,3 °C га юқори бўлган ҳолда апрелда бу кўрсаткичлар мутаносиб равишда 5,9 °C – 0,3 °C ни ташкил этганлиги кузатилган. Бу йилнинг шароитида чигит 11-апрелда экилиб, 19-апрелда 59 % ниҳоллар униб чиққанлиги аниқланган (3-тажриба). Тадқиқотларнинг охириги (2022) йилида март ойида ўртача ҳаво ҳарорати 12,5 °C га тенг бўлиб, 1,1 °C юқори бўлганлиги кузатилган. Ёғингарчилик эса апрелда 7,6 мм ни ташкил этган ҳолда кўп йилликдан 14,7 мм га кам бўлган, натижада чигит суви беришга тўғри келган. Сентябрь, октябрь ойларида ҳаво ҳарорати ўртача 20 ва 15,7 °C ни ташкил этиб, кўп йилликдан мутаносиб равишда 0,2 °C га ва 2,1 °C га юқори бўлганлиги пахта ҳосилини ўз муддатларида йиғиб – териб олишга шароит яратган.

1-жадвал

Об-ҳаво шароитлари тўғрисида маълумот, 2018-2022 йй.

(Фарғона вилояти Қува туманидаги ПСУАБИТИ нинг “Федченко” номли агрометеорология станцияси маълумоти)

Ойлар	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь								
Ҳаво ҳарорати, °C																								
Йиллар	I	II	III	Ўр	I	II	III	Ўр	I	II	III	Ўр	I	II	III	Ўр	I	II	III	Ўр				
2018	3,6	3,0	2,9	3,2	3,3	2,0	11,5	5,6	14,7	10,9	15,5	13,7	13,9	17,7	18,9	16,8	22,2	19,9	23,0	21,7	26,9	27,0	25,8	26,6
2019	1,3	2,0	2,0	1,8	3,6	5,4	3,9	4,3	9,7	13,0	14,2	12,3	17,6	18,0	14,9	16,8	20,5	22,7	22,5	21,9	22,6	24,2	26,7	24,5
2020	1,6	1,0	1,5	1,4	4,5	4,0	7,8	5,4	8,4	13,1	14,6	12,0	14,2	15,4	21,2	16,9	20,8	20,5	26,1	22,5	26,0	25,7	25,2	25,8
2021	1,7	1,9	2,6	2,0	3,4	2,5	8,1	4,6	12,1	11,2	14,6	12,6	14,0	17,8	16,1	15,9	20,8	18,9	23,1	20,9	27,0	26,8	26,4	26,9
2022	1,5	1,0	1,2	1,2	3,5	4,1	6,9	6,5	9,3	13,1	15,1	12,5	16,1	16,1	19,8	17,3	20,5	21,2	22,8	21,5	23,5	25,6	26,5	25,2
Қўп йиллик	0,0	-0,4	-0,1	-0,2	1,7	2,3	4,2	2,7	7,2	8,8	11,8	9,3	13,5	16,5	18,5	16,2	19,4	21,2	22,5	21,0	24,3	25,8	27,1	25,7
Ёғингарчилик маълумоти, мм																								
2018	7,1	4,6	5,6	17,3	8,4	-	-	8,4	0,0	16,0	3,6	19,6	6,4	0,0	0,8	7,2	6,2	7,0	4,2	17,4	0,0	3,3	3,0	6,3
2019	9,1	11,3	4,8	25,2	4,8	11,2	0,6	16,6	5,1	6,1	8,8	13,0	9,3	3,1	8,8	21,2	0,0	0,3	4,8	5,1	9,4	1,9	0,0	11,3
2020	4,5	8,1	3,6	16,2	-	34,0	12,9	46,9	9,4	-	2,1	11,5	5,0	26,5	3,3	34,5	4,0	4,5	0,0	8,5	2,4	0,0	0,0	2,4
2021	8,1	7,8	4,6	20,5	4,8	10,5	1,8	17,1	8,1	-	3,1	11,2	4,8	0,5	0,7	6,0	6,0	7,0	4,2	17,2	0,0	1,0	0,0	1,0
2022	5,6	5,9	3,7	15,2	3,7	32,4	13,0	49,1	7,6	5,1	6,1	18,8	5,1	1,1	1,4	7,6	0,5	0,4	4,6	5,0	8,1	3,9	0,0	12,0
Қўп йиллик	7,5	8,3	7,8	23,6	8,2	12,0	5,2	25,4	8,1	9,8	19,4	28,3	6,9	8,8	6,7	22,4	8,2	7,5	8,5	24,2	4,4	2,2	3,0	9,6

5. Хулоса ва таклифлар.

1. Умуман олганда, тадқиқот ўтказилган йилларда (2018-2022) ғўзанинг ўсиб ривожланиши учун об-ҳавонинг қулай табиий шароитда бўлганлиги, яъни ҳавонинг ҳарорати ва самарали ҳарорат йиғиндиси етарли бўлганлиги қайд этилди. Қолаверса, дефолиация даврида ёғингарчиликлар бўлмаганлиги ҳамда ҳавонинг ўртача ҳарорати 22 °С дан юқори бўлганлиги ҳам қўлланилган дефолиантлар учун қулай иқлим бўлиб, дала тажрибаларини услубий жиҳатдан тўғри ўтказилишига асос бўлган.

2. Ғўза навларининг ўсиши ва ривожланиши об-ҳавонинг мўтадил бўлганлиги қараб уларнинг биологик хусусиятларига боғлиқ ҳолда ниҳолларни униб чиқиш даражасининг давоми бўлиб ҳисобланади. С-8290 ғўза навининг амал даври охирида бош поянинг баландлиги 93,4 см, ҳосил шохлари сони 13,6 донани, кўсақлар сони 13,9 донани, шу жумладан очилганлари 34,6 %, ярим очилганлари эса 2,9 % га тенгбўлган ҳолда нисбатан юқори кўрсаткичлар С-9090 навида олинган ва С-8290 навидан мутаносиб равишда 1,8 см, 0,2; 0,1 дона ва 5,8; 1 юқори, кўсақлар сони Наманган-77 навиникидан 0,8 дона, очилганлари 7,0 % га, ярим очилганлари 0,5 % га, қолаверса Андижон-35 навиникидан 1,1 донага ва 7,3; 1,8 % га, С-6775 навиникидан эса 1,1 дона ва 6,9; 2,9 % га ортиқча бўлганлиги аниқланган.

3. Ғўза навларининг қуруқ масса тўплаши аввало йилнинг об-ҳаво иқлим шароитларига қолаверса уларнинг биологик хусусиятларига боғлиқ бўлиб, С-8290, Наманган-77, С-9090, Андижон-35 ва С-6775 ғўза навларининг пишиш давридаги пахта вазнлари мутаносиб равишда 48,4; 47,9; 49,7; 48,0 ва 46,8 г ни, 1 ўсимликнинг қуруқ массаси эса 140,6; 139,9; 143,5; 141,5 ва 136,5 г ни ташкил этган ҳолда нисбатан юқори кўрсаткичлар С-9090 навида кузатилиб, пахта вазни С-8290 навиникидан 1,3 г, Наманган-77 никидан 2,0 г, Андижон-35 навиникидан 1,7 г ва 2,9 г га ҳамда 1 ўсимликнинг вазни 2,9; 3,6; 2,0 ва 7,0 г га ортиқча бўлганлиги кузатишган.

4. Дефолиантларнинг самарадорлиги об-ҳаво ҳароратининг турли омилларига ва ғўза навларининг барг сатҳи юзасига ҳам боғлиқлиги, лекин пахта ҳосили ва унинг сифати барг сатҳи юзасига тўғри пропорционал эмаслиги кузатишган. Ғўза навларининг барг сатҳи юзаси гуллаш давридан бошлаб пишиши кузатилиб, нисбатан мақбул кўрсаткичлар С-9090 ғўза навида олинган ва пишиш даврида 28864,4 м²/га ни ташкил этган ҳолда С-8290 навиникидан 1269,0 м²/га ортиқча, аммо Наманган-77 навиникидан 673,7 м²/га, Андижон-35 дан 1009,8 м²/га ва С-6775 навиникидан 873,2 м²/га камроқ эканлиги аниқланган.

Адабиётлар

- [1]. Мухаммаджонов М., Зокиров А. Ғўза агротехникаси. –Тошкент: Мехнат, 1995. –Б. 334-338.
<https://kun.uz/uz/news/2021/08/12/iqlim-ozgarishi-va-insoniyat-global-isish-natijasida-yuzaga-kelishi-mumkin-bolgan-tahdidlar>
- [2]. Тешаев, Ф. Ж., & Убайдуллаев, М. М. (2020). Определение эффективных норм новых дефолиантов в условиях лугово-солончаковых почв Ферганской области при раскрытии коробочек 50-60% сортов хлопчатника С-8290 и С-6775. Актуальные проблемы современной науки, (5), 62-64.
- [3]. Имомалиев А.И., Худойбергенов К. Мухим агротехника усуллари // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги-Тошкент, 1980.№8.-Б.16.
- [4]. Назаров Р. Ғўза баргини сунъий тўктириш // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги-Тошкент, 2004, .№8.-Б.11.
- [5]. Jones E.J., Wills G.D., Hanks J.E and A.B.Curry.Effect of adjuvants, nitrogen salts and ethephon on cotton defoliant, pp. 603-605. In Proceedings Beltwide Cotton Conference, Orlando, Fla., Jan.3-7, 1999.
- [6]. Logan J., Gwathmey C.O. Effects of weather on cotton responses to harvest-aid chemicals.Journal of Cotton Science 2002.6:1-12.
- [7]. Riley J.A. Monthly wather Rev.no 1985.-pp.89.
- [8]. Насриддинов К. Мухим тадбир // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги-Тошкент, 1977,. №8.-Б.50.
- [9]. [Thead L.G.Flair boll opener (endothall), results from 1995-96 experimental use permit trails in southeastern United States.pp.1370-1371.In Proceedings Beltwide Cotton Conference, New Orleans, La.,Jan.6-10,1997.
- [10]. Имомалиев А., Худойбергенов К. Мухим агротехника усуллари // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги-Тошкент, 1980, .№8.-Б.16.
- [11]. Тўраходжаев Т., Арслонов Н.Дефолиация ва ҳосил // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги-Тошкент, 1985, .№8.-Б.18.

ДИЗЕЛ ЁҚИЛҒИЛАРИНИ ҚЎШИМЧАЛАР ЁРДАМИДА МОДИФИКАЦИЯЛАШ

У.Х. Содиков¹, С.М. Туробжанов², Х.И. Кадиров³.

¹Фаргона давлат техника университети

²Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

³Тошкент кимё-технология институти

usmonjonsodikov89@gmail.com

(Қабул қилинди 20.04.2026 й.)

Аннотация. Мақолада дизел ёқилғини сифатини ва хусусиятини кутариш учун унга бир нечта керакли моддалар қушилади, шу туғирисида мақалада ўтқазилган тадқиқотлар келтирилган. Бугунги кунга келиб, қўшимчалар ёқилғи ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш техник кўрсаткичларнинг зарур элементи ҳисобланади. Дизел ёқилғиси учун цетан сонини оширувчи қўшимчалар. Ҳозирги вақтда дизел ёқилғиси кўпчилик нефтни қайта ишлаш заводларида нефт аралаш малари ёрдамида ишлаб чиқарилади. Дизел ёқилғиси нефтнинг бирламчи қайта ишлаш орқали олинади. Унинг таркибий қисмларида параффин, нафтен, ароматик углеводородлар бўлиб, уларнинг цетан сони 45-47га тенг. Шу муносабат билан Россиянинг бир қатор нефтни қайта ишлаш заводларида ишлаб чиқарилган дизел ёқилғисининг цетан миқдори таҳлил қилинди.

Калит сузлар. Дизел, модда, қушимча, нефт, қайта ишлаш, заводлар, қурилма, расмлар, жадваллар, атотраспорт, нормалар, ёқилғи.

Кириш. Автотранспорт саноатининг ривожланиши ва автомобил двигателларининг ишлаши учун экологик талабларнинг кучайиши билан замонавий дизел ёқилғисини ишлаб чиқариш турли хил функционал мақсадлар учун қўшимчалардан фойдаланмасдан амалда ошириб бўлмайди. Бугунги кунга келиб, қўшимчалар ёқилғи ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш техник кўрсаткичларнинг зарур элементи ҳисобланади [1-13]. Қўшимчаларнинг янги глобал ассортименти ишлаб чиқариш, вазифасига кўра бир биридан фарқ қилувчи бир неча ўнлаб турларни ва ўн минглаб савдо брендларини ўз ичига олади.

Асосан, қўшимчалар баъзи кимёвий моддалар ёрдамида дизел ёқилғисининг хусусиятларини ўзгартиради. Анъанавий равишда қўшимчаларни икки турга бўлиш мумкин:

- дизел ёқилғиси сифатини стандартлар талабларига мувофиқлаштириш учун фойдаланилади. Буларга куйинишга қарши, цетан сонини оширувчи ва депрессант-дисперсант қўшимчалар киради;

-ёқилғининг ёниш жараёнидаги хусусиятларини спецификация талабларидан ташқари яхшилаш ва ёқилғига ўзига хос сифат кўрсаткичларига таъсир доирасини бериш.

Энг кенг тарқалган қўшимчалар гуруҳлари ва уларнинг дизел ёқилғиларида тавсия этилган таркиби 1-расмда кўрсатилган.

Цетан сонини оширувчи, куйинишга қарши ва депрессант-дисперсант қўшимчалар бугунги кунда энг кўп тарқатилди.

Сўнгги пайтларда таркибида олтингугурт миқдори паст бўлган дизел ёқилғиси ишлаб чиқарилмоқда, бу уларнинг мойланишининг ёмонлашишига олиб келади, бу эса ёқилғи ускуналарининг хизмат қилиш муддатига таъсир қилади [1-13].

Юқори босимли ёқилғи насосларининг ишлаши учун хос бўлган чегара ишқаланиш режимида ишқаланиш юзаларида сўрилган ва трибо-кимёвий реакцияларда иштирок этадиган сирт фаол органосульфур бирикмалари муҳим рол ўйнайди, химоя плёнкасини ҳосил қилади.

Ёқилғи таркибига цетанни сонини оширувчи ва сусайтирувчи маълум қўшимчаларнинг киритилиши куйинишга қарши хусусиятларнинг ёмонлашишига олиб келиши мумкин, бу эса двигател қисмларининг ишдан чиқишини тезлаштиради.

Ушбу камчиликларни бартараф этишнинг энг кенг тарқалган усули - куйинишга қарши қўшимчалардан фойдаланиш.



1-расм. Дизел ёқилғиси қўшимчаларининг таснифи.

Яқин вақтгача Россиянинг қўшимчалардан фойдаланиш ёқилғилар ишлаб чиқариш саноатида асосан Слариант, Инфинеум, Лубризол, БАСФ ва бошқалар каби хорижий ишлаб чиқарувчилар томонидан олиб келинар эди. Фақат 2003 йилдан кейин қўшимчаларни маҳаллийлаштиришга катта эътибор қаратила бошлади. 1-жадвалда маҳаллий ишлаб чиқарувчилар томонидан бир нечта қўшимчаларнинг номлари келтирилган [1-13].

1-жадвал

Россияда ишлаб чиқарилган қўшимчаларнинг номлари

№ п/п	Қўшимча номи	Ишлаб чиқарувчи
2	Альта	ОАО «ВНИИ НП»
3	Миксент-2030	ОАО «Алтайский центр прикладной химии»
4	Каскад-5	ООО «Пластнефтехим»
5	Байкат	ОАО «ВНИИ НП», ОАО «АЗКиОС»
6	Комплексол-Эко-Д	ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок»

2-жадвалда Евро дизел ёқилғиларида фойдаланиш учун тасдиқланган куйинишга қарши қўшимчалар рўйхати келтирилган.

2-жадвал

Евро дизел ёқилғиларида фойдаланиш учун тасдиқланган куйинишга қаршиқўшимчалар рўйхати.

Қўшимча номи	Ишлаб чиқарувчи	НҚИЗ сони
Додилубе 4940	Слариант	19
Керокорр ЛА 99С	БАСФ	9
HiTech 4140А	Афгон	6
LZ 539 М	Лубризол	5
РС-32	Тотал	2
Инфинеум Р 690	Инфинеум	1
OLI-550	Инносес Инс.	1
Байкат	ОАО «Ангарский завод катализаторов и органического синтеза»	5
Комплексол-Эко-Д	ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок»	4

2-жадвалдан кўриниб турибдики, Евро дизел ёқилғисини ишлаб чиқариш учун асосан хорижий ишлаб чиқарувчиларнинг куйинишга қарши қўшимчалари қўлланилади.

Экспериментал тадқиқотлар. Дизел ёқилғиси учун цетан сонини оширувчи қўшимчалар. Ҳозирги вақтда дизел ёқилғиси кўпчилик нефтни қайта ишлаш заводларида нефт аралаш малари ёрдамида ишлаб чиқарилади. Дизел ёқилғиси нефтнинг бирламчи қайта ишлаш орқали олинади. Унинг таркибий қисмларида парафин, нафтен, ароматик углеводородлар бўлиб, уларнинг цетан сони 45-47га тенг. Шу муносабат билан Россиянинг бир қатор нефтни қайта ишлаш заводларида ишлаб чиқарилган дизел ёқилғисининг цетан миқдори таҳлил қилинди.

3-жадвалда Россия Федерациясининг бир қатор нефтни қайта ишлаш заводларида ишлаб чиқариладиган дизел ёқилғиларининг цетан сонлари кўрсатилган [14-28].

3-жадвал

Россия Федерациясининг айрим нефтни қайта ишлаш заводларининг дизел ёқилғиларининг цетан сонининг қийматлари

Ишлаб чиқарувчи	Цетан сони
ОАО «Уфимский НПЗ»	50
ОАО «Куйбышевский НПЗ»	50
ОАО «Новокуйбышевский НПЗ»	48
ЗАО «Рязанская НПК»	48
ОАО «Орскнефтеоргсинтез»	48

3-жадвалдан кўрсатиб ўтилганидек, ҳозирги вақтда нефтни қайта ишлаш заводлари томонидан ишлаб чиқарилаётган дизел ёқилғиларининг цетан сонининг қийматлари Европа стандарти EN590 талабларига жавоб бермайди, унга кўра цетан сонининг қиймати 51,0 бирликдан кам бўлмаслиги керак.

Жадвалда келтирилган нефтни қайта ишлаш заводларининг цетан сонини қийматлари "тақчиллиги" ўртача 2-3 бирликни ташкил қилади. Цетан сонини 2 бирликка ошириш учун 0,1% оғирликдаги қўшимчани ёқилғига аралаштириш орқали эришиш мумкин. Бундан келиб чиққан ҳолда, 2018 йилда дизел ёқилғисига бўлган эҳтиёж йилига 42 минг тоннани ташкил қилади. Россияда тадқиқот натижасида ўзлаштирилган қўшимчаларни ишлаб чиқариш учун зарур технологиялар мавжуд.

Тадқиқот натижалари.Тажрибаларда шафтоли данаги мойи асосида цетан сонини ошириш ва куйинишга, тутунга қарши қўшимчани олиш масаласини ҳал қилиш жараёнида хом ашё турлари, кам миқдорда нитрат ва сульфат кислоталарнинг нисбати ва концентрацияси, реакция вақти ва жараён ҳарорати, маълумотлар келтирилган. Экспериментал синов мисоли сифатида куйида этил спиртининг ишлаб чиқариш қолдиқлари бошланғич-қайнаш ҳарорати 95°C фракциясига асосланган куйиниш қарши қўшимча олинади.

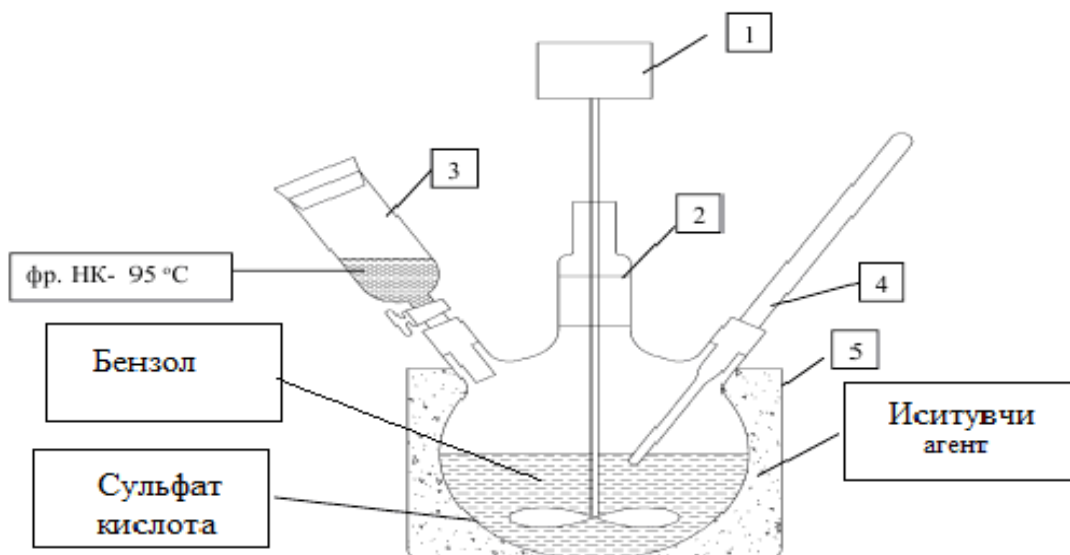
Қўшимчанинг синтези куйидагича амалга оширилди: дастлаб 80 дан 100°C гача бўлган ҳарорат оралиғида аралаштиргичда бензол ва сульфат кислота ўзаро таъсирлаштириб сульфонат олинади ва иситиш ҳаммоми билан жиҳозланган реакторга 1,6 г эфир юкланди. Реакция жараёнида оксидланиш жараёнларини ингибирловчи калций гидрооксид жараёнини барқарорлаштириш учун ишлатилган.

Кейин доимий иситиш ва аралаштириш билан сульфатлаш аралашмаси 4-5 мл/мин тезликда 35,0 мл миқдорида 7-9 дақиқа давомида дозаланди. Сульфатлар аралашмаси 15,0 мл сульфат кислотани 58,8% концентрацияси билан аралаштириш йўли билан олинган ва концентрацияси 20,0% бўлган 93,3 мл сульфат кислота ишлатилади.

Жараён ҳарорати 80 дан 100°C гача бўлган оралиқда сақланган сульфатловчи аралашмани реакторга дозалашдан сўнг, хом ашё бошланғич қайнаш ҳароратда 95°C нинг бир қисми этил спирти ишлаб чиқаришнинг қолдиқлари 4-5 мл/дақ миқдорида 26,0 мл миқдорида аста-секин дозаланади.

Сульфатловчи аралашмада сульфат кислотанинг ортикча миқдори нитрат кислотанинг барча молекулаларини эфирлаш жараёнида асосий элемент бўлган нитрат ионининг муҳим миқдорини ҳосил қилиш билан диссоциацияланишига имкон беради. Хом ашёнинг нитрат ва сульфат кислоталарга нисбати 1:0,08:0,8 ни ташкил қилади [14-28].

1-расмда кўндирма синтези учун лаборатория қурилмаси курсатилган.



1-расм - Кўндирма синтези учун лаборатория қурилмаси. 1-аралаштиргич; 2 - уч бўйинли конуссимон колба; 3 – хом ашё бюреткаси; 4 - термометр; 5 - совутиш ваннаси.

Хом ашёни дозалашнинг танланган режими билан ҳароратнинг бироз ошиши кузатилди, хом ашёни киритиш пайтида ҳарорат 9°C дан ошмайди.

Маълумки, сульфатлаш жараёнига таъсир этувчи омиллардан бири бу амалга ошириш вақтидир. Кўпгина ҳолларда, бу вақт реакция кинетикаси билан эмас, балки реакция массасидан иссиқликни олиб ташлашнинг мумкин бўлган тезлиги билан чегараланади. Натижада, иссиқлик узатишнинг кучайиши жараённинг вақтини сезиларли даражада қисқартириши мумкин. Бизнинг тадқиқотларимизда, қайнаш ҳарорати 195°C фракциясининг барча миқдори киритилгандан сўнг, сульфрлаш, реакция аралашмасини 1,0-1,5 соат давомида интенсив аралаштириш билан амалга оширилди, бу 2,0-2,5 соатни талаб қилди. Бунинг сабаби, бутун жараён давомида паст ҳарорат 0 дан 8°C гача бўлган ораликда сақланган. Интенсив аралаштиришдан сўнг ҳосил бўлган маҳсулот чўктирилди ва иккита суяқ қатлам ҳосил бўлиши кузатилди, юқори қатлам оч сариқ рангли органик суяқлик, пастки қисми эса сарфланган кислоталар аралашмаси эди. Кейинчалик, пастки қатлам 10% оғирликдан фойдаланган ҳолда зарарсизлантирилди. Нейтрал муҳит олинмагунча қўшилган гидроксиди ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) нинг сувли эритмасидан фойдаланилади. Кейинчалик, олинган нейтралланган туз қатлами реакцияга киришмаган кислоталардан юқори органик қатламни уч марта ювиш учун ишлатилган (лакмус қоғозида органик юқори қатлам билан алоқа қилган кислотали муҳит кўрсатилган). Биринчи ювиш пайтида юқори қатламга 10 мл миқдорида ювиш суяқлиги қўшилди, сўнг 15 дақиқа давомида интенсив аралаштириш амалга оширилди, шундан сўнг ҳосил бўлган маҳсулот чўктирилиб, икки қатламга ажратилади: юқори органик қатлам, пастки қатлам кислоталар сарфланган. Биринчи ювиш тартибига ўхшаб, иккинчи ювиш ҳам амалга оширилди. Ювишнинг учинчи босқичида иккинчи ювишдан кейин юқори органик қатламга 10 мл нейтрал пастки қатлам ва 4 мл 10% оғирликда ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) гидроксидининг сувли эритмаси қўшилади, кейин интенсив аралаштириш амалга оширилади қўшимчага ва реакцияга киришмаган қолдиққа ажратилади.

Тадқиқот натижалари. Ушбу тажриба жараёнида тутинга қарши ва цетан сонини ошириш учун қўшимча сифатида хизмат қилиши мумкин бўлган 21 мл маҳсулот олинди.

Шундай қилиб, кўриб чиқилган тажрибада хомашё конвертацияси 88% ни ташкил этди. Ишлаб чиқилган қўшимчанинг компонент таркиби 4-жадвалда кўрсатилган.

4-жадвал

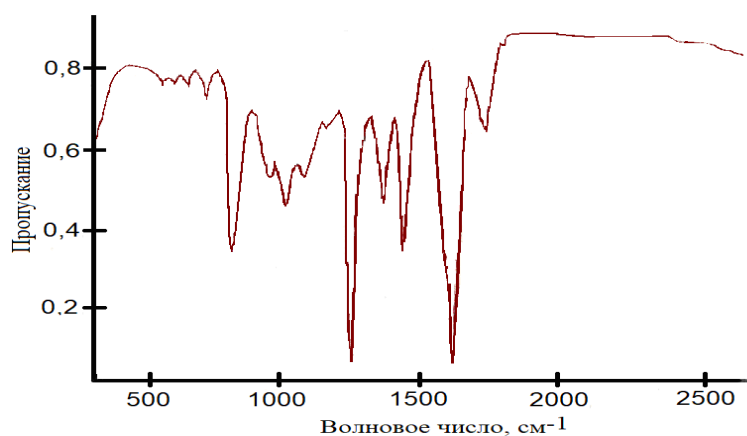
Куйиниш ва Тутунга қарши қўшимчанинг компонент таркиби

Компонентнинг номланиши	Таркиб, %.
1	2
кетонлар:	13,57
- 2-метил-гексанон-3	2,43
- гептанон-4	2,66
- гептанон-3	8,48
спиртлар:	2,97
- 3-метилоктанол-3	2,97
сульфоспиртлар:	4,60
- 2-нитрооктанол-1	1,90
- 2-нитро-2-этилпропандиол-1,3	2,70
азот кислотаси эфирлари:	18,28
- 2-метилпропилнитрат	8,02
- бутилнитрат	10,26
мураккаб эфирлар:	22,37
- бутилбутионат	11,38
-2-этилгексилбутионат	4,25
-2-гидрокси-1-пропилстеанат	3,48
-2-этилгексанол-1-3-флорацетат	3,26
алкилнитратлар:	3,05
- 2-этилгексилнитрат	1,90
-1-нитрогексан	2,15
алканлар:	15,04
- 2,3,5-триметилгептан	15,04
қўшимча компонентлар:	7,12
Реакцияга киришмаган компонентлар:	12,00
- 2-пропилпентанол-1	9,80
- 1,1-дибутоксидбутан	2,20
Жами:	100,00

Ушбу бирикмаларнинг мавжудлиги, бизнинг фикримизча, ишлаб чиқилган қўшимчани киритиш билан дизель ёқилғиларининг тутун ҳосил қилувчи бирикмаларнинг миқдорини камайишига олиб келади.

Тадқиқот ишида синтез қилинган цетан сони кўтарувчи ва тутунга қарши қўшимчалар айрим физик-кимёвий сифат кўрсаткичлари аниқланди, хусусан, қуйидаги натижаларга эришилди: қўшимчанинг зичлиги 20°C да 840 дан -860 кг/м³ гача, кинематик қовушқоқлик 2,10 дан 3,07 мм²/с гача эканлиги, чақнаш ҳарорати, 77°C дан юқори ҳароратда ёпиқ тигельда аниқланди. Бундан ташқари, ишлаб чиқилган қўшимчанинг ИҚ спектроскопия таҳлили ўтказилди, натижалари 2-расмда келтирилган.

Маълумки, тутунга қарши ва цетан сонини оширувчи қўндирманинг ИҚ спектрида О-SO₂ гуруҳларига тўғри келадиган 1260 ва 1615 см⁻¹ да интенсив ютилиш зоналари мавжуд. 3.2.2-расмда ишлаб чиқилган қўндирманинг ИҚ спектрида 1200 ва 1600 см⁻¹ оралиғида аниқ интенсив ютилиш зоналари кўрсатилганлиги кўришимиз мумкин. Бу эса ишлаб чиқилган қўндирмада О-NO₂ гуруҳлари мавжудлигини ва шунга мос равишда унинг цетан сонини оширувчи хусусиятларини мавжудлигини кўрсатади.



2-расм. Дизел ёқилғиси учун олинган куйиниш ва тутун қарши қарши қўшимчанинг ИҚ –спектри.

Шундай қилиб, лаборатория тадқиқотлари натижасида этил спиртларини ишлаб чиқаришда дистиллаш қолдиғининг бошланғич қайнашда 95°C фракциясини нитратлаш асосида дизель ёқилғиси учун тутунга қарши қўшимчани синтез қилишнинг фундаментал имкониятлари кўрсатилди. Этил спиртларини ишлаб чиқаришда дистиллаш қолдиғининг бошланғич қайнашда 95°C фракцияси асосида қўшимчаларни синтез қилиш учун юқорида

тавсифланган шароитларда, унинг физик-кимёвий хусусиятларини қўшимча ўрганиш ва унинг цетан сонини ошириш учун дизель ёқилғисидаги қўшимчанинг зарур дозасини аниқлаш учун қўшимчанинг тажриба намуналари олинди.

Хулосалар. Дизел ёқилғисининг сифат кўрсаткичларини кучайтиришда тутун фоизини камайтиришда билан боғлиқ ҳолда, турли хил функционал мақсадлар учун қўшимчалардан фойдаланиш зарурати туғилади.

Ҳозирги вақтда мамлакатимизда дизел ёқилғиси қўшимчаларини кенг миқёсда ишлаб чиқариш деярли йўқ ва уларга бўлган эҳтиёж импорт харидлари орқали қопланади. Шу сабабли самарали қўшимчалар олиш бўйича янги технологияларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эгадир.

Ишининг мақсади дизел ёқилғиси учун цетан миқдорини оширувчи ва тутунга қарши қўшимчаларни ишлаб чиқишдан иборат бўлиб, унинг сиифат самарадорлиги хорижий давлатлар аналоглардан асло қолишмайди.

Ишлаб чиқилган ва хорижий қўшимчалар самарадорлигининг қиёсий тавсифлари;

Қўшимчани ташкил этувчи компонентларни, қўшимчанинг ўзини ва ушбу қўшимчани ўз ичига олган дизел ёқилғисини ишлаб чиқариш, ташиш, сақлаш пайтида атроф-муҳит хусусиятлари ва токсиклиги тўғрисида янги маълумотларни олиш учун ишлаб чиқилган қўшимчалар ўрганилди.

Адабиётлар.

- [1]. Mitusova T.N., Polina E.V., Kalinina M.V. Sovremennye dieselnye topliva i prisadki k nim. - M.: Technika, 2002. - 64 p.
- [2]. GOST R 52368-2005 Diesel fuel Euro. Technical conditions.
- [3]. Technical Regulation of the Customs Union TR TS 013/2011 "Requirements for automotive and aviation gasoline, diesel and marine fuel, fuel for jet engines and fuel oil".
- [4]. Usmonali Sodikov, Bosit Khamidov Obtaining anti-smoke installations for diesel fuel // Universum: chemistry and biology: scientific journal 2022, No. 9(99). Chast 2. M., c. 48-52.
- [5]. Sadikov Usmonali Khudoyberganovich, Khamidov Basit Nabievich, Zumaboev Alis'her Gofurovich, Ismailov S'hokhboz S'havkatjon ugli yeffects of anti-smoke additives on diesel fuels// Harvard Yeducational and Scientific Review 2022 Vol.2. Issue 3 Pages 25-29.
- [6]. U.Kh.Sadikov, B.N.Khamidov, S.B.Ubaidullaeva. The effect of smoke-free additives on diesel fuel quality indicators // Scientific and Technical Journal of NamIET 2022 Volume 7 Issue 3, c. 39-43.
- [7]. 7.U.X. Sodikov1, V.N. Hamidov2 Improving the quality of diesel fuel by increasing the degree of combustion // Nauchno-tekhnicheskiiy FerPI 2022 spets. issue #3, 2022.- 159-163 p
- [8]. Sodikov U.Kh., Jumaboev A.G.. Uluchshenie kharakteristik dizelnogo topliva i diapazava vozdeystvia na proizvoditelnost dvigatelya // Nauchno tekhnicheskiiy FerPI 2022 spets. vypusk #3 83-86 p
- [9]. Osmanali Sadikov. Production of diesel fuel from gas condensate and quality indicators// International Conference on Innovations in Applied Sciences, Education and Humanities <https://conferencea.org> (Barcelona, Spain) Nov. 29th 2022.- r. 1-4

- [10]. Sodikov U.K. Increasing the combustion level of diesel fuel "Problems and prospects of commodity chemistry and folk medicine" IIX International Scientific and Practical Conference (Andijan, 2022, September 15-16), 2022.- 63-65 p.
- [11]. Sodikov U.Kh., Hamidov B.N., Jumaboev A.G. Effect of additives on the combustion of diesel fuels "Actual problems of the chemistry of complex compounds and analytical chemistry" Republican Scientific and Practical Conference May 19-21, 2022 365 p.
- [12]. Sodikov Usmonali Khudoberganovich Synthesis of protivoyunosnoy prisadki k diesel fuel and base of rapeseed oil and N-butyl alcohol "Innovative technologies of processing of mineral and technogenic raw materials of chemical, metallurgical, petrochemical industries and production of building materials" Republican Scientific and Practical Conference. Tashkent, May 12-14, 2022, 526-527 p.
- [13]. Jumabaev Alisher Gafurovich, Sodikov Usmonali Khudoberganovich, Kasymaliev Burkhanbek Mamatkalilovich, "Povysheniya urovnya sgoraniya dieselnogo topliva za schet povyshenie ego kachestva" // Kyrgyz Respublikasynyn Uluttuk Ilimder Akademiyasynyn Kabarlary Bishkek, 2022 Izvestia NAN KR, 2022g. No. 5, 2022.- p. 317-321.
- [14]. Domuladjanov I.Kh., Domuladjanova Sh.I., Latipova M.I., Kholmiraev Yu.M. The textile complex "DEU Textile Company" is located in the surrounding area of Kushtepin district. Universum: tekhnicheskie nauki: scientific journal. – No. 7(76). Chast 1. M., 27.06.20, Izd. "MTsNO", 2020. - pp. 30-33.
- [15]. Domuladjanov I.Kh., Teshaboev A.M., Domuladjanova Sh.I., Latipova M.I. Zagryaznenie atmosfery ot vybrosov OOO "A-Servis". Universum: tekhnicheskie nauki: scientific journal. – #7(76), 16.07.20, Chast 1. M., Izd. "MTsNO", 2020. -p.6-9.
- [16]. Domulajhanov I.Kh., Teshabaev A.M., Domulajhanova Sh.I. Technologii polucheniya negashenoy molotoy izvesti iz otkhodov JSC "Farganazot". Monograph for students and specialists in business. 2020. - 72s. - w: www.lap-publishing.com.
- [17]. Domuladjanov I.Kh., Latipova M.I., Nasretdinova F.N. Geomorphology, Relief, Geological building in the Development of "Project of environmental standards". EPRA International Journal of (IJRD)Monthly Peer Reviewed & Indexed International Online Journal ISI I.F. Value: 1.241 Published by EPRA Publishing, Volume: 5, Issue: 6, June 2020. – 136-139.
- [18]. Domuladjanov Ibragimjon Hadjimukhamedovich, Domuladjanova Shakhlo Ibragimovna, Latipova Mukhayo Ibragimjanovna, Dadakuziev Muzaffar Rakhnomoevich. Vozdeystvie obekta na akusticheskiy regime territoriy // Universum: tekhnicheskie nauki. 2021. #3-1 (84).

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ В СОВРЕМЕННЫХ ФРУКТО СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Т.К. Жабборов¹, Н.М. Курбанов², И.Т. Жабборов², М.З. Сиддиков²

¹Ферганский государственный технический университет.,

²Наманганский государственный технический университет islombek.jabborov.97@mail.ru.
(Получена 20.04.2026 г.)

Аннотация. В данной статье анализируются методы повышения химической и энергетической эффективности технологии конвективной сушки в современных сушильных установках для фруктов. В ходе исследования были изучены факторы, влияющие на процессы тепло- и массообмена, скорость сушки, энергопотребление и химический состав продукта. Результаты показали, что за счет контроля оптимального температурного режима, скорости воздуха и влажности повышается энергоэффективность и сохраняется пищевая ценность продукта.

Ключевые слова: конвективная сушка, сушка фруктов, энергоэффективность, теплообмен, химический состав, влажность, технология сушки.

В настоящее время вопрос длительного хранения продуктов питания и сохранения их качества является одной из актуальных проблем в глобальном масштабе. Рост населения, увеличение спроса на сельскохозяйственную продукцию и сезонные условия выращивания требуют совершенствования технологий эффективной переработки и хранения фруктов и овощей. С этой точки зрения, метод сушки фруктов, как один из старейших и самых надежных методов консервирования, не потерял своего значения и сегодня. В результате развития современных технологий процесс сушки фруктов превратился из традиционного

метода сушки на солнце в сложный технологический процесс, осуществляемый с помощью высокоэффективных установок промышленного масштаба. Одним из наиболее широко используемых методов в этом процессе является технология конвективной сушки. Этот метод сушки осуществляется с помощью потока горячего воздуха и основан на процессах тепло-и массообмена.

Основные преимущества конвективной сушки заключаются в ее относительной простоте, экономической целесообразности и гибкости для различных видов фруктовой продукции. Однако этот метод имеет ряд проблем, среди которых важную роль играют высокое энергопотребление, длительный процесс сушки и изменения химического состава продукта (в частности, потеря витаминов, ферментов и биологически активных веществ).

Особенно под воздействием тепла наблюдается разложение аскорбиновой кислоты (витамина С), фенольных соединений и других биологически активных веществ, что снижает пищевую и биологическую ценность готового продукта. В то же время неправильно подобранные режимы сушки могут привести к изменению цвета продукта, нарушению текстуры и ухудшению органолептических свойств.

Поэтому повышение химической и энергетической эффективности процесса конвективной сушки в современных фруктосушильных установках имеет важное научное и практическое значение. Это достигается за счет выбора оптимальных технологических параметров, внедрения энергосберегающих устройств, использования систем рекуперации тепла и автоматизации процесса сушки.

В данном научном исследовании был применен комплексный подход для оценки химической и энергетической эффективности процесса конвективной сушки в современных сушильных установках. В процессе исследования использовались методы теоретического анализа, лабораторных экспериментов и статистической обработки. Экспериментальные исследования проводились в специальных лабораторных условиях в конвективной сушилке для фруктов. В качестве объекта эксперимента были выбраны широко употребляемые в пищу фрукты - яблоко (*Malus domestica*) и абрикос (*Prunus armeniaca*).

Образцы нарезают одинаковыми размерами (толщиной 4-6 мм) и отправляют на сушку с определением исходной влажности. Сушка проводилась на основе следующих параметров:

- температура: 40°C, 50°C, 60°C, 70°C и 80°C.
- скорость воздуха: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 м/с.
- относительная влажность: 20-40%

Каждый вариант эксперимента повторялся не менее 3 раз, что позволило обеспечить достоверность результатов.

Технологический и физический анализ. В процессе сушки были изучены закономерности тепломассопереноса. Динамика снижения влажности оценивалась по следующим показателям:

- изменение влажности во времени
- скорость сушки (кг/ч или %/мин)
- коэффициент диффузии

Также для определения эффективности теплопередачи и энергетического баланса регулярно измерялись параметры входящего и выходящего воздуха (температура, влажность, скорость).

Химический анализ. Для оценки качественных показателей высушенных продуктов были проведены следующие химические анализы:

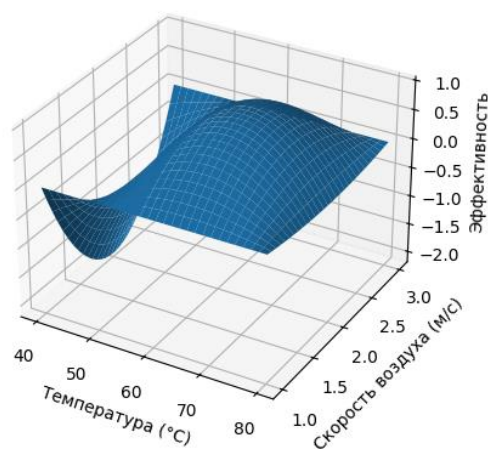


Рис 1. 3D поверхность эффективности сушки.

1. Определение содержания витамина С (аскорбиновой кислоты)
2. Доля общего сухого вещества
3. Оценка изменения цвета (визуальный и инструментальный)
4. Определение антиоксидантной активности

Анализы проводились на основе стандартных лабораторных методов. Показатели до и после сушки сравнивались.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что основные технологические параметры процесса конвективной сушки (температура, скорость воздуха и относительная влажность) оказывают существенное влияние на скорость сушки, энергопотребление и химический состав плодов. Влияние температуры. Результаты исследования показали, что скорость испарения влаги увеличивается с повышением температуры сушки. При 35°C процесс сушки протекал медленно, а при 60-70°C процесс значительно ускорился.

Полученные результаты исследования подтверждают, что повышение химической и энергетической эффективности процесса конвективной сушки фруктов требует комплексного и многопараметрического подхода. Анализ экспериментальных данных и литературных источников показал, что эффективность процесса определяется не одним фактором, а совокупностью тепловых, массообменных и химических явлений.

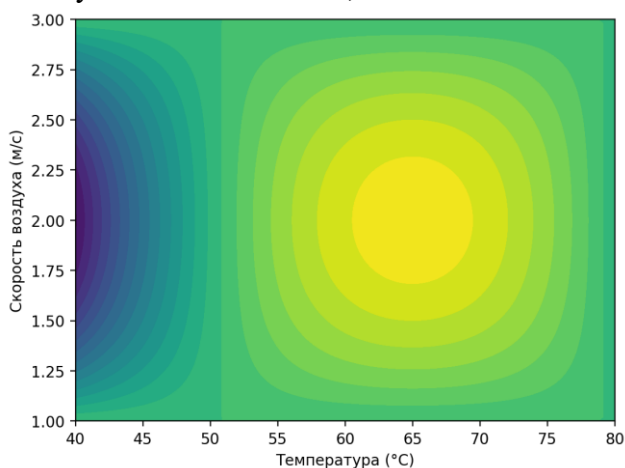


Рис 2. Контурная диаграмма эффективности.

Химическая эффективность процесса. С точки зрения сохранения химического состава продукта ключевую роль играют температурный режим и продолжительность сушки. Установлено, что при повышении температуры выше 60–70°C происходит интенсивная деградация термочувствительных компонентов, таких как витамин С, фенольные соединения и натуральные пигменты.

Кроме того, важным фактором является окисление, которое усиливается при длительном контакте продукта с кислородом воздуха. В связи с этим целесообразно:

- применять щадящие температурные режимы;
- сокращать время сушки за счет интенсификации тепломассообмена;
- использовать антиоксидантную обработку сырья.

Энергетическая эффективность процесса. С энергетической точки зрения традиционные конвективные сушилки характеризуются значительными тепловыми потерями. Основными источниками потерь являются:

- выброс горячего отработанного воздуха;
- неэффективная теплоизоляция оборудования;
- неоптимальные режимы работы.

Внедрение систем рекуперации тепла и рециркуляции воздуха позволяет существенно снизить удельное энергопотребление. Особенно эффективным является использование тепловых насосов, которые обеспечивают повторное использование скрытой теплоты испарения влаги.

Дополнительно установлено, что применение ступенчатых режимов сушки (с постепенным снижением температуры) позволяет:

- уменьшить энергозатраты;
- предотвратить пересушивание продукта;
- повысить общий КПД установки.

Предварительная обработка, например осмотическая дегидратация, позволяет не только снизить начальное содержание влаги, но и уменьшить структурные повреждения тканей, что положительно влияет на сохранение питательных веществ.

Современные технологические решения. Современные фруктосушильные установки все чаще оснащаются интеллектуальными системами управления, которые позволяют:

- автоматически регулировать температуру и влажность;
- оптимизировать режимы сушки в реальном времени;
- снижать энергопотребление без ухудшения качества продукта.

Кроме того, перспективным направлением является использование возобновляемых источников энергии, в частности солнечных коллекторов, что особенно актуально для регионов с высоким уровнем солнечной активности.

Комплексный эффект и практическое значение. Важно отметить, что максимальный эффект достигается не при использовании одного метода, а при их сочетании. Например:

1. предварительная обработка + оптимизация температуры;
2. рециркуляция воздуха + тепловой насос;
3. автоматизация + комбинированная сушка.

Такой комплексный подход позволяет:

- снизить энергозатраты до 30–50%;
- увеличить сохранность биологически активных веществ;
- повысить качество готовой продукции;
- уменьшить себестоимость производства.

В результате проведенного исследования установлено, что повышение химической и энергетической эффективности технологии конвективной сушки в современных фруктосушильных установках является многогранной задачей, требующей комплексного подхода и интеграции различных технологических решений.

Показано, что традиционные методы конвективной сушки, несмотря на их широкое распространение и технологическую простоту, характеризуются рядом существенных недостатков, включая высокое энергопотребление и значительные потери биологически активных веществ. В связи с этим особую значимость приобретает модернизация сушильных процессов на основе современных научно-технических достижений.

С точки зрения химической эффективности, ключевыми факторами являются минимизация термического разрушения нутриентов, предотвращение окислительных процессов и сохранение органолептических свойств продукта. Установлено, что применение щадящих температурных режимов, сокращение продолжительности сушки, а также

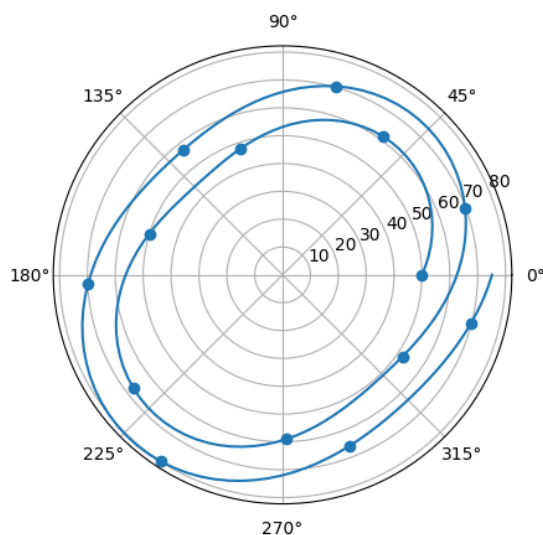


График 1. Спиральный график эффективности сушки.

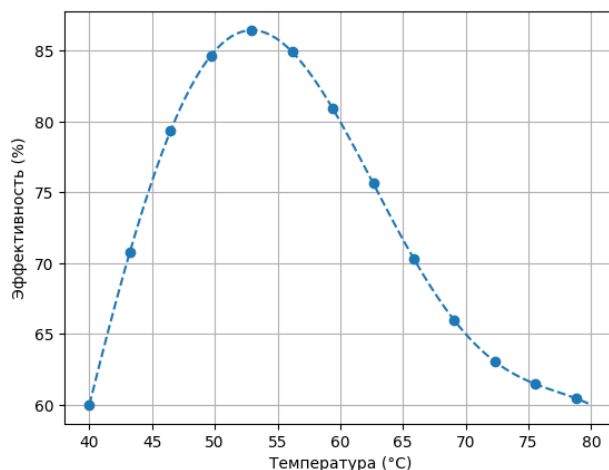


График 2. Эффективность сушки в зависимости от температуры.

использование предварительной обработки (осмотическая дегидратация, антиоксидантная обработка) позволяют существенно повысить качество конечной продукции.

В аспекте энергетической эффективности доказано, что наибольший эффект достигается за счёт внедрения энергосберегающих технологий, таких как:

- системы рекуперации тепла;
- рециркуляция сушильного агента;
- использование тепловых насосов;
- оптимизация режимов работы оборудования.

Дополнительно выявлено, что применение ступенчатых температурных режимов и автоматизированных систем управления способствует снижению удельного энергопотребления и повышению общей эффективности процесса.

Особое внимание в работе уделено интенсификации процессов тепло- и массообмена, которая достигается за счёт увеличения скорости воздушного потока, турбулизации, а также внедрения комбинированных методов сушки (конвективно-инфракрасной, импульсной и др.). Эти подходы позволяют значительно сократить продолжительность процесса и обеспечить более равномерное удаление влаги.

Перспективным направлением развития является внедрение интеллектуальных систем управления, основанных на цифровых технологиях, которые обеспечивают адаптивную настройку параметров сушки в реальном времени. Это позволяет учитывать индивидуальные свойства сырья и достигать оптимального баланса между качеством продукта и энергозатратами.

Кроме того, в условиях глобальной тенденции к устойчивому развитию важную роль играет использование возобновляемых источников энергии, в частности солнечной энергии, что открывает дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и уменьшения экологической нагрузки.

В практическом аспекте установлено, что наибольшая эффективность достигается при комбинировании различных методов, включая:

- предварительную обработку сырья;
- оптимизацию температурно-влажностных режимов;
- использование энергоэффективных технологий;
- автоматизацию процессов.

Комплексное применение указанных решений позволяет:

- снизить энергозатраты до 30–50%;
- увеличить сохранность витаминов и биологически активных веществ;
- повысить качество и конкурентоспособность продукции;
- сократить производственные издержки.

Таким образом, дальнейшее развитие технологий конвективной сушки должно быть направлено на создание гибридных, энергоэффективных и интеллектуально управляемых сушильных систем, обеспечивающих высокое качество продукции при минимальных энергетических затратах.

Перспективы будущих исследований связаны с:

- разработкой новых комбинированных методов сушки;
- углублённым моделированием процессов тепломассообмена;
- внедрением искусственного интеллекта в системы управления;
- расширением использования альтернативных источников энергии.

Реализация данных направлений позволит значительно повысить эффективность переработки фруктов и обеспечить устойчивое развитие пищевой промышленности.

Результаты данного исследования показали, что совершенствование технологии конвективной сушки в современных фруктовых сушильных установках имеет важное значение для сохранения качества продукции, снижения энергозатрат и повышения эффективности технологического процесса. В ходе исследования был проведен научный

анализ взаимосвязи основных параметров, таких как температура воздуха, скорость потока, интенсивность испарения влаги и продолжительность сушки.

Установлено, что выбор оптимального температурного режима в процессе сушки напрямую влияет на степень сохранности биологически активных веществ, в частности витаминов, органических кислот, природных сахаров и антиоксидантов в составе фруктов. Сушка при очень высокой температуре может привести к снижению внешнего вида, цвета, вкуса и пищевой ценности продукта, а низкая температура увеличивает время сушки и приводит к избыточному расходу энергии. Поэтому температура в пределах 60-65 °C рекомендуется в качестве оптимального технологического режима для конвективной сушки.

Кроме того, использование автоматизированных систем управления, рекуперации тепла и технологий сенсорного мониторинга в современных сушильных установках значительно повышает энергоэффективность. С помощью этих подходов снижаются потери тепла, контролируется процесс сушки в режиме реального времени и создается возможность рационального использования энергоресурсов. В результате снижаются производственные затраты и повышается экономическая эффективность готовой продукции.

Также одним из перспективных направлений является сочетание технологии конвективной сушки с инфракрасными или другими инновационными методами сушки. Такие интегрированные системы способствуют сокращению времени сушки, дальнейшему улучшению качества продукции и повышению энергоэффективности.

В целом, повышение химической и энергетической эффективности технологии конвективной сушки в современных сушильных установках является важным фактором обеспечения ресурсосберегающего, экологически безопасного и экономически выгодного производства в пищевой промышленности. Результаты данного исследования послужат научно-практической основой для проектирования и совершенствования технологий производства энергосберегающих сушильных установок в будущем.

Список литературы:

- [1]. Жураев Х.Ф., Додаев К.О. Технология переработки плодоовощной продукции. – Москва: Агропромиздат, 2001. – 286 с. – с. 52-68.
- [2]. Додаев К.О., Чориев А.Ж. Технологические основы конвективной сушки сельскохозяйственной продукции. – Ташкент: Мехнат, 2012. 196 с. – с. 34-59.
- [3]. Ахмедов Ш.И., Самадов О.Б. Инновационные методы сушки фруктов и овощей. – Ташкент: Iqtisodmoliya, 2018. – 224 с. – с. 91-118. Абдуганиева Ф.З., Абдуганиев Ж.Ш.
- [4]. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish texnologiyasi. – Samarqand: SamDVMChBU nashriyoti, 2021. – 178 b. – 45–63-betlar.
- [5]. Tursunov A.A., Rustamov E.S. Meva-sabzavot mahsulotlarini zamonaviy quritish usullari. – Buxoro: Muhandis-texnologiya instituti nashriyoti, 2023. – 210 b. – 78–96-betlar.

УЎТ: 633.511/631.542.4.

ЁЎЗА КЎСАКЛАРИНИ САМАРАЛИ ОЧИЛИШИГА ХОРИЖИЙ ВА МАЎАЛЛИЙ ДЕФОЛИАНТЛАРИНИНГ ТАЪСИРИ

М.М. Убайдуллаев

Фаргона давлат техника университети

mubaydullaev6554@gmail.com, Тел: +90 274-65-54

(Қабул қилинди 20.04.2026 й.)

Аннотация. Хорижий Энто-Дефол дефолиантининг ғўзани сунъий баргсизлантириши учун ғўза кўсақлари 30-40% очилганда гектар ҳисобига 0,200 л/га меъёри қўлланилганда барглар тўқилиши қолган вариантларга нисбатан юқори натижа кўрсатди. Маҳаллий ФанДЕФ-аъло дефолиантининг 7,0 л/га меъёри қўлланилган вариантида эса, қолган вариантларга нисбатан самарадорлиги юқори бўлди.

Калит сўзлар: дефолиация ва дефолиантлар турлари, ғўза барглари, қуриган ва ярим қуриган барглар.

Аннотация. Применение иностранных дефолиантов от внешнего дефолианта. При внесении из расчета 0,200 л / га на гектар, когда стебли хлопчатника открывали на 30-40% для искусственной дегелминтизации хлопчатника, опадение листьев показало более высокий результат, чем остальные варианты. В случае местного дефолианта ФанДЕФ с нормой 7,0 л / га он оказался эффективным по сравнению с другими вариантами.

Ключевые слова: дефолиация и виды дефолиантов, листья хлопчатника, сухие и полусухие листья.

Annotation. The foreign Ento-Dephol showed a high result, when guza causes open 30-40% while using 0.200 litres of defoliation for each hectare in order to defoliate cotton artificially. 7.0 litres use of defoliation gave better result regarding to the other alternatives.

Key words: types of defoliation and defoliants, cotton leaves dry and semi-dry leaves.

1. Кириш. Маълумки, Мамлакатимиз жаҳонда пахтачилик билан шуғулланадиган давлатлар ичида ер қуррасининг энг шимолий ҳудудида жойлашиб, баҳор ойларидаги иссиқ ёки серёғин об-ҳаво кеч, куз ойларидаги салқин ва ёғингарчилик кунлар жуда эрта бошланади. Шу боисдан пахта хомашёсини етиштириш, жадал технологияларни қўллашни ва қаттиқ меҳнатни талаб қилади. Шуларни инобатга оладиган бўлсак, ғўза кўсақларини эртароқ очилишини таъминлаб, барвақт йиғиштириб олишда қўлланиладиган ғўза дефолиацияси муҳим аҳамиятга эгадир.

Сўнги йилларда, ғўза дефолиацияси учун Давлат кимё комиссияси томонидан бир неча дефолиантлик хусусиятига эга бўлган препаратлар рўйхатга олиниб, ишлаб чиқаришда қўллаш учун рухсат этилган. Буларнинг аксарияти маҳаллий препаратлар бўлиб, ҳозирги кунда ушбу препаратлар ишлаб чиқаришда кенг майдонларда қўлланилиб келинмоқда. Аммо, бу маҳаллий дефолиантларнинг таъсир этувчи моддаси асосан хлорат тузларидан ташкил топганлиги боис, ўсимликка тез, яъни қаттиқ таъсир этиши кузатилади.

Ушбу муаммони камайтириш мақсадида кейинги йилларда мамлакатимизда, хорижда яратилган, таркиби тидиазурон-диурон моддасидан ташкил топган фенилмочевина гуруҳига мансуб бир қанча ғўзага юмшоқ таъсир этувчи препаратлар олиб келинган. Ушбу янги хорижий дефолиантларни ишлаб чиқаришда синалиб самарадорлигини ўрганиш бугунги куннинг долзарб масалаларидан биридир.

2. Тадқиқот услубиёти. Долзарб вазифалар юзасидан, 2018-2022 йиллар мобайнида тадқиқотларимиз Фарғона вилоятининг Кува туманида жойлашган Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти илмий тажриба станциясининг ўтлоқи-саз, механик таркибига кўра оғир қумоқ, кам шўрланган, сизот сувлари 1,6-1,8 метр чуқурликда жойлашган тупроқ шароитида олиб борилди. Тажрибада ҳар бир нав учун 8 та вариант олинган бўлиб, 3 та такрорланишда жойлаштирилди.

Тажриба вариантларига С-8290 ва С-6775 ғўза навининг кўсақлари 30-40% ҳамда 50-60 % очилган муддатда юқоридаги дефолиантларнинг кўрсатилган меъёрлари қўлланилиб, уларнинг мақбул қўллаш меъёри ва муддати аниқланди. Илмий изланишлар ЎзПИТИда қабул қилинган «Методика полевых опытов с хлопчатником» (1981), «Дала тажрибаларини ўтказиш услублари» (2007) ва ЎзР Давлат кимё комиссияси томонидан қабул қилинган «Ўза дефолиантларини синаш бўйича услубий кўрсатмалар» (1993, 1994, 2004) қўлланмалари асосида олиб борилди.

3. Тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси. Олиб борилган фенологик кузатув ва таҳлил натижаларининг кўрсатишича Фарғона вилоятининг ўтлоқи-саз тупроқларида парваришланган С-8290 навининг ғўза кўсақлари 30-40% очилган муддатда дефолиация ўтказилганда (дефолиация ўтказилмаган) назорат вариантда 14 кундан сўнг очилган кўсақлар сони 67,3% га, ярим очилганлари 1,8% га тенглиги қайд этилиб, кўсақларнинг очилиш тезлиги 32,5% ни ташкил этганлиги аниқланди.

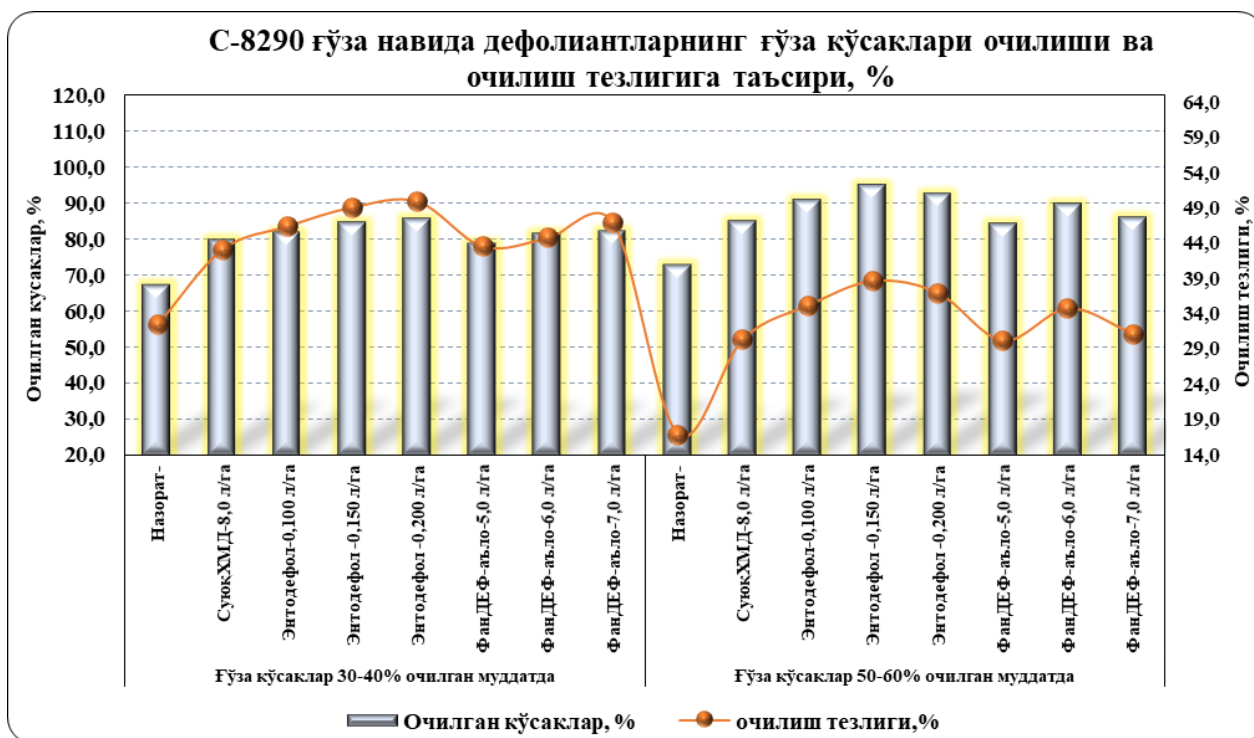
Эталон тариқасида ушбу майдонда СуюкХМД дефолиантини 8,0 л/га меъёрда қўллаб ўрганилган вариантда дефолиациядан сўнг 14 кун ўтгач очилган кўсақлар сони 79,9% ни, ярим очилганлари 1,5% ни, очилиш тезлиги эса 43,2% ни ташкил этиб, назоратга нисбатан очилиши 10,7 % га, юқори бўлганлиги аниқланди. Ўза кўсақларининг очилишига

дефолиантларнинг таъсири бўйича энг юқори натижалар ЭнтоДефол дефолиантини 0,200 л/га меъёрида қўлланилганда олиниб, кўсақларнинг очилиши 85,8% ни, ярим очилганлари 1,4 % ни ҳамда очилиши тезлиги 50,0% ни ташкил этиб, назоратга нисбатан 17,5 % га кўпроқ очилгани маълум бўлди.

Шунингдек, ФанДЕФ-аёло дефолиантининг 7,0 л/га меъёри қўлланилган вариантларда кўсақлар очилиши 82,9% ни, ярим очилганлари 1,0% га ва очилиш тезлиги 47,6% ни ташкил этиб, назоратга нисбатан кўсақлар очилиши 15,1 % га, эталон (СуюқХМД 8,0 л/га) га нисбатан эса кўсақлар очилиши 3,0% га ва очилиш тезлиги 4,4 % га юқори эканлиги аниқланди.

Тажрибанинг иккинчи фонида яъни С-8290 навининг 50-60% очилган муддатида таҳлил натижаларининг кўрсатишича назорат вариантда 14 кун ўтгач очилган кўсақлар сони 73,1% ни, ярим очилганлари 1,0% ни ташкил этганлиги ҳамда кўсақларнинг очилиш тезлиги 16,9% га тенг бўлганлиги таҳлилларда ўз исботини топди.

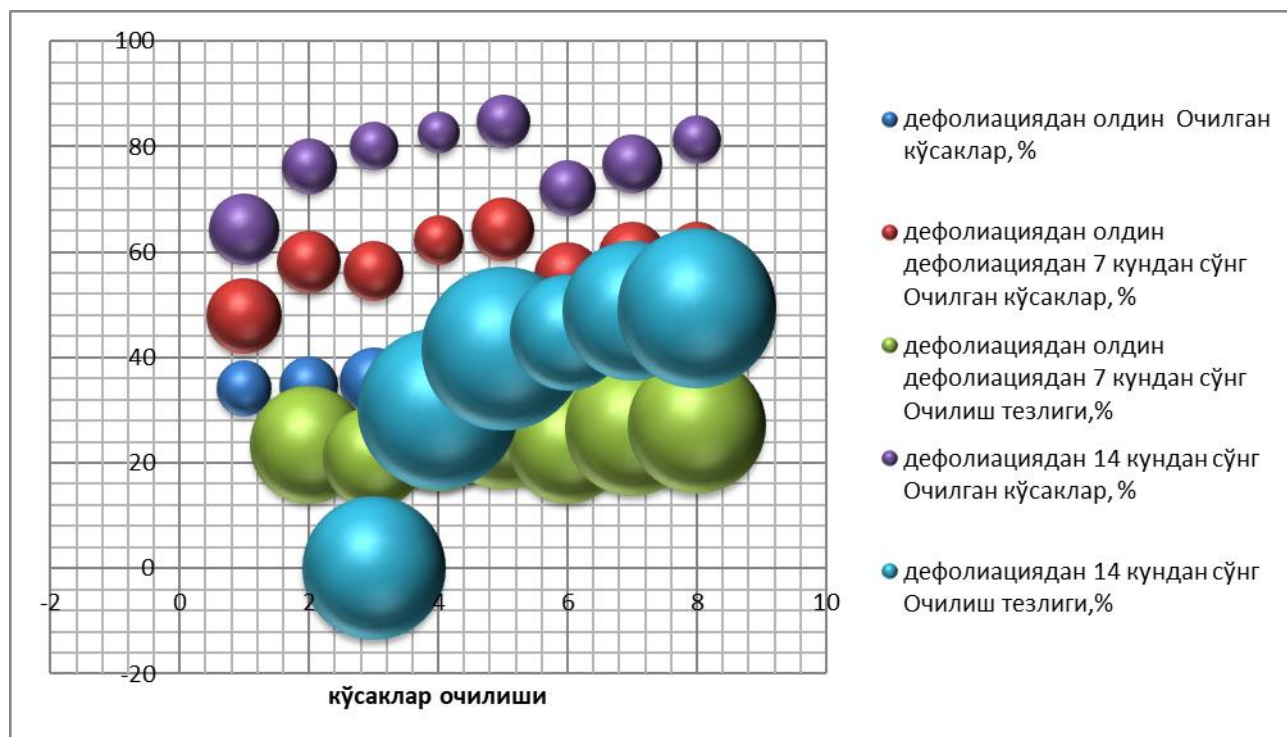
Тажриба тизимида кўра, эталон (СуюқХМД 8,0) қўлланилган вариантда эса очилган кўсақлар 85,0% га, ярим очилганлари 0,9% га ва очилиш тезлиги 30,4% га тенглиги қайд этилди.



1-расм. С-8290 ғўза навида дефолиантларнинг ғўза кўсақларининг очилиши ва очилиш тезлигига таъсири.

Тажриба вариантлари ичидаги энг яхши кўрсаткичлар ЭнтоДефол дефолиантининг юқори, яъни 0,150 л/га меъёрида қўлланилган вариантида кузатилиб, дефолиатсиядан 14 кундан сўнг очилган кўсақлар сони 95,1% га етиб, очилиш тезлиги 38,7% ни ташкил этди. Бу муддатда ҳам назорат ва эталон (СуюқХМД 8,0) га нисбатан кўсақлар очилиш тезлиги ошиб, мос равишда 21,8-8,3% га ошганлиги аниқланди.

Кўсақлар очилиши ФанДЕФ-аёло дефолиантининг 6,0 л/га меъёрида қўлланилган вариантида юқори самарадорликка эришилиб дефолиатсиядан сўнг 14-куни очилган кўсақлар 86,1% га, ярим очилганлари 0,9% га ва очилиш тезлиги 31,2% га тенглиги қайд этилди. Бу муддатда назорат ва эталон (СуюқХМД 8,0) га нисбатан кўсақлар очилиш тезлиги ортиб, мос равишда 14,3-0,8% га тенг бўлди.



2-расм. С-6775 ғўза навида дефолиантларнинг ғўза кўсаklarининг очилиши ва очилиш тезлигига таъсири.

Шуни айтиш жоизки, С-8290 ғўза навининг кўсаklари 30-40% очилганда ЭнтоДефол дефолиантини юқори 0,200 л/га меъёри қўлланилганда кўсаklar очилиши ва тезлиги бир мунча ортган. Кейинги муддатда (50-60%) юқори натижалар ЭнтоДефол дефолиантини ўртача 0,150 л/га қўлланган меъёрида аниқланган. Бундан хулоса қилиш мумкинки ғўза кўсаklари морфологик ва физиологик жиҳатдан тўла пишиб етилиш ҳисобига дефолиантларнинг кам меъёри ҳам яхши таъсир кўрсатади.

Шунингдек, тажрибада иккинчи С-6775 навида ғўза кўсаklари 30-40% ва 50-60% очилган муддатда фоннинг назорат вариантыда 14 кун ўтиб очилган кўсаklar сони мос равишда 64,3-71,9% ни, ярим очилганлари 3,5%-1,5% ни ташкил этиб, кўсаklarнинг очилиш тезлиги 30,2-19,8% га етганлиги қайд этилди.

Эталон (СуюқХМД 8,0) дефолианти қўлланилган вариантда ҳам ғўза кўсаklари очилиш муддатларига мос равишда очилган кўсаklar 76,2-85,1% га ярим очилганлари 2,1-0,7% га ва очилиш тезлиги 41,6-31,7% га га, тенг бўлиб, очилиш тезлигининг назоратдан фарқи 11,4-11,9% ни кўрсатди.

Тажрибада юқори натижалар кўсаklar очилиш муддатига (30-40;50-60%) мутаносиб ҳолда ЭнтоДефол ва ФанДЕФ-аёло дефолиантининг 0,200-7,0; 0,150-6,0 л/га меъёрларида қўлланилган вариантлардан олинди. Демак, дефолиациядан 14 кундан сўнг очилган кўсаklar сони мос равишда 84,8-81,3%; 94,2-89,9% га етиб, очилиш тезлиги 49,3 - 48,2%; 40,6-34,8% ни, ярим очилган кўсаklar 2,0 - 1,6% ; 0,9-1,1% ни ташкил этди. Ушбу муддатларда назорат ва эталон (СуюқХМД 8,0 л/га) га нисбатан кўсаklar очилиш тезлиги юқори бўлди ва мос равишда (30-40%) 19,1-7,7%; 13,9-2,5%, (50-60) 20,8-15,0%; 8,9-3,1% га ошганлиги аниқланди.

4. Хулосалар. Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, қўлланилган дефолиантларнинг ғўза кўсаklarининг очилишига таъсири ҳар иккала навда ҳам самарали бўлди. Яъни синовдан ўтаётган С-8290, С-6775 ғўза навларининг кўсаklари 30-40 ҳамда 50-60% очилган муддатларида дефолиация ўтказилганда ғўза кўсаklarининг очилиши бўйича энг яхши натижалар ЭнтоДефол дефолиантининг 0,150-0,200 л/га меъёрларида, ФанДЕФ-аёло дефолиантининг эса 6,0-7,0 л/га меъёрларида қўлланилган вариантларидан олинди.

Демак, Фарғона вилоятининг ўтлоқи-саз тупроқлари шароитида парваришланган С-8290 ва С-6775 ғўза навларидан эртаки, юқори ва сифатли пахта ҳосили олиш ва уларни

кўл ҳамда машина теримига мослаштиришда дефолиантсия самарадорлигини ошириш, етиштирилган ҳосилнинг таннархини оширмай сифатли йиғиштириб олиш учун янги ЭнтоДефол ва ФанДЕФ-аёло дефолиантларни қуйида тартибда қўллаш:

С-8290 ва С-6775 ғўза навлари кўсақлари 30-40% очилган муддатда ЭнтоДефол дефолиантини 0,200 л/га меъёра, ФанДЕФ-аёло дефолиантини эса 7,0 л/га меъёра;

ғўза навлари кўсақлари 50-60% очилган муддатда эса ЭнтоДефол дефолиантини 0,150 л/га меъёра, ФанДЕФ-аёло дефолиантини 6,0 л/га меъёра қўллаш тавсия этилади.

Адабиётлар

- [1]. Убайдуллаев Мадамин Муминович, Неъматова Ферузаксон Джамолксон Кызы. (2021 г.). Значение посадки и обработки среднеполевого сорта хлопчатника между хлопковыми рядами в Ферганской области. Американский журнал сельского хозяйства и биомедицинской инженерии, 3 (09), 26–29. <https://doi.org/10.37547/tajabe/Volume03Issue09-05>
- [2]. Тешаев, Ф. Ж., & Убайдуллаев, М. М. (2020). Определение эффективных норм новых дефолиантов в условиях лугово-солончаковых почв Ферганской области при раскрытии коробочек 50-60% сортов хлопчатника с8290 и с6775. Актуальные проблемы современной науки, (5), 62-64.
- [3]. Бекмирзаев, Ш., Саидмамадов, Н., & Убайдуллаев, М. (2016). ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЕ В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ МЕТОДОМ. Теория и практика современной науки, (6-1), 112-115.
- [4]. Kodirov, Z. Z., Iriskulov, F. S., Pulatov, A., & Ubaydullaev, M. (2018). ELECTRONIC LIBRARIES AS A FACT OF CONTEMPORARY INFORMATION LANDSCAPE. Экономика и социум, (3), 629-633.
- [5]. Убайдуллаев М.М. Ёўзада дефолиация ўтказишнинг макбул меъёр ва муддатлари. Монография. Фарғона - АЛ – ФЕРГАНУС – 4.11.2021 <https://zenodo.org/record/5722721#.YbluRNJBzIU>
- [6]. Aluminum-based composition materials for processing aluminum scrap JM Usmonov, SM Shakirov, MM Ubaydullaev, SO Parmonov ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 11 (8), 590-595.
- [7]. Ubaydullaev M.M, Ne'matova F.J, Marufjonov A. Determination of efficiency of defoliation in medium-fiber cotton varieties. Galaxy international interdisciplinary research journal (giirj). Volume 9, Issue 11, November, 2021. SJIF Impact Factor: 7.472 . <https://internationaljournals.co.in/index.php/giirj/article/view/453>
- [8]. Ubaydullaev, M. M., Askarov, Kh. Kh., & Mirzaikromov, M. A. (2021). Effectiveness of new defoliant. ISJ Theoretical & Applied Science, 12 (104), 789-792. <http://t-science.org/arxivDOI/2021/12-104/PDF/12-104-84.pdf>
- [9]. Убайдуллаев, М. М. Хорижий ва маҳаллий дефолиантларнинг самарадорлигини аниқлаш. Международный научно-образовательный электронный журнал «Образование и наука в XXI веке». Выпуск №18 (том 2) (сентябрь, 2021). 889-893 бетлар. https://www.mpcareer.ru/files/ugd/a62191_13c5eb1ba7de4b1dacbe6f4eea018c02.pdf
- [10]. Sh.T.Ubaydullaeva, M.M.Ubaydullaev. Study of the effect of defoliant on cotton plants. Fergana, 2021. №10 pr-47-50. <http://t.me/ilmiyishlar> https://telemetr.io/uk/channels/1305170500-ilmiy_ishlar_konfrensiyalar/posts

К РАЗВИТИЮ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

З.М. Усманова

Ферганский государственный технический университет
zulfiyaxon16.04.@mail.ru
(Получена 20.04.2026 г.)

Аннотация. В статье рассматриваются современные тенденции развития цифровой экономики, ее роль в обеспечении устойчивого социально-экономического роста и повышении конкурентоспособности национальной экономики. Проанализированы основные направления цифровой трансформации, включая внедрение цифровых технологий в государственное управление, промышленность, финансовый сектор, образование и сферу услуг. Особое внимание уделено вопросам формирования цифровой инфраструктуры, развитию человеческого капитала, совершенствованию нормативно-правовой базы и стимулированию инновационной деятельности. Определены основные проблемы, препятствующие развитию цифровой экономики, а также предложены меры по их преодолению. Сделан вывод о том, что комплексное внедрение цифровых технологий является важнейшим фактором повышения эффективности экономики, роста производительности труда и улучшения качества жизни населения.

Ключевые слова. цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровизация, инновации, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), искусственный интеллект, большие данные, цифровая инфраструктура, человеческий капитал, электронное правительство, устойчивое развитие, конкурентоспособность, цифровые платформы, экономика знаний.

Цифровая экономика — это система экономических отношений, основанная на использовании цифровых технологий для производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг. Термин был введен канадским учёным Доном Тапскоттом в 1994 году и с тех пор претерпел значительную эволюцию.

Согласно определению Всемирного банка, цифровая экономика охватывает все виды экономической деятельности, в которых ключевую роль играют цифровые данные и инфраструктура. В документах ОЭСР цифровая экономика рассматривается как «экономика, основанная на цифровых технологиях», включая как цифровой сектор в узком смысле (ИКТ-отрасли), так и цифровую трансформацию всех остальных секторов.

В Китае официальная концепция цифровой экономики закреплена в документах XIV пятилетнего плана (2021–2025) и определяется как «деятельность по созданию стоимости с использованием данных в качестве ключевого фактора производства». Это определение подчёркивает роль данных как нового производственного ресурса наравне с трудом, капиталом и технологиями.

Цифровая экономика КНР структурирована вокруг нескольких взаимосвязанных компонентов. Во-первых, цифровая инфраструктура: сети 5G (Китай построил крупнейшую в мире сеть 5G — свыше 3,3 млн базовых станций к 2024 году), дата-центры, облачные платформы и промышленный интернет вещей. Во-вторых, платформенная экономика, представленная такими гигантами, как Alibaba, Tencent, JD.com и ByteDance. В-третьих, цифровые финансы — система мобильных платежей Alipay и WeChat Pay, цифровой юань (e-CNY). В-четвёртых, искусственный интеллект и большие данные, применяемые в промышленности, медицине, государственном управлении.

Цифровые технологии выполняют в современном обществе несколько ключевых функций. Экономическая функция: снижение транзакционных издержек, повышение эффективности производства, создание новых рынков и бизнес-моделей. Социальная функция: расширение доступа к образованию, здравоохранению и государственным услугам. Информационная функция: ускорение распространения знаний и инноваций.

В Китае цифровые технологии стали инструментом реализации концепции «Китайская мечта» — достижения «среднезажиточного общества» (сяокан) и превращения КНР в технологическую сверхдержаву к 2049 году.

Цифровая трансформация экономики — это процесс интеграции цифровых технологий во все сферы хозяйственной деятельности, ведущий к коренному изменению бизнес-процессов, организационных структур и ценностных цепочек. В рамках стратегии «Сделано в Китае 2025» (MIC 2025) КНР поставила цель к 2025 году достичь 70% самообеспеченности по 10 ключевым технологическим направлениям, включая полупроводники, робототехнику и искусственный интеллект.

Таблица 1. Ключевые показатели цифровой трансформации экономики КНР (2019–2023 гг.)

Показатель	2019	2021	2022	2023
Объём цифровой экономики, трлн юаней	35,8	45,5	50,2	56,1
Доля в ВВП, %	36,2%	39,8%	41,5%	41,5%
Пользователи интернета, млн чел.	904	1 032	1 067	1 092
Проникновение интернета, %	64,5%	73,0%	75,6%	77,5%
Базовые станции 5G, тыс. шт.	—	1 425	2 310	3 370
Мобильные платежи, трлн юаней/год	347	527	612	697

Данные таблицы 1 свидетельствуют об устойчивом росте цифровой экономики КНР: за четыре года её объём увеличился с 35,8 до 56,1 трлн юаней (+56,7%), а число интернет-пользователей превысило 1 миллиард человек. Это создаёт масштабный внутренний рынок для цифровых продуктов и услуг, стимулируя дальнейшие инновации.

Цифровизация стала одним из главных структурных факторов экономического роста Китая в 2015–2025 годах. По оценкам Китайской академии информационных и коммуникационных технологий (CAICT), каждые 10% роста индекса цифрового развития обеспечивают прирост ВВП на 0,8–1,2 процентных пункта. В условиях замедления роста традиционных секторов (строительство, тяжёлая промышленность) цифровая экономика стала главным источником экономической динамики.

Прямой вклад цифрового сектора в ВВП складывается из добавленной стоимости ИКТ-отраслей, платформенных компаний и цифрового контента. Косвенный вклад — от цифровой трансформации традиционных отраслей: сельского хозяйства (точное земледелие), промышленности (умные фабрики) и сферы услуг (финтех, телемедицина, онлайн-образование).

Таблица 2. Вклад цифровой экономики в экономический рост КНР

Год	Рост ВВП, %	Рост цифр. эк., %	Вклад циф. эк. в рост ВВП, п.п.
2019	6,0%	15,6%	1,8
2020	2,3%	9,7%	2,4
2021	8,1%	16,2%	2,1
2022	3,0%	10,3%	1,9
2023	5,2%	11,8%	2,2

Особенно показателен 2020 год: несмотря на пандемию COVID-19, цифровая экономика КНР выросла на 9,7%, обеспечив 2,4 п.п. прироста ВВП при его общем росте лишь на 2,3%. Это наглядно демонстрирует антициклическую роль цифрового сектора как «стабилизатора» экономики в кризисных условиях.

Цифровые технологии повышают производительность труда через несколько механизмов: автоматизацию рутинных операций, оптимизацию логистики и цепочек поставок, улучшение доступа к информации и снижение издержек координации. По данным McKinsey Global Institute, внедрение искусственного интеллекта в китайской промышленности может обеспечить прирост производительности труда на 15–20% к 2030 году.

Программа «Умное производство» (智能制造) в рамках МИС 2025 охватывает более 6 000 промышленных предприятий. На «умных фабриках» Haier производительность выросла на 76%, а дефектность продукции снизилась на 57% благодаря внедрению систем компьютерного зрения и предиктивного обслуживания оборудования.

КНР является мировым лидером по объёму электронной коммерции: в 2023 году онлайн-продажи составили 15,4 трлн юаней, что превышает совокупный показатель США, Великобритании и Германии. Рынок формируется вокруг двух экосистем: Alibaba (Taobao, Tmall) с долей около 45% и JD.com с 20%. Стремительно растёт сегмент социальной коммерции через платформы Douyin (TikTok) и Kuaishou.

Цифровые финансы Китая революционизировали финансовую систему страны. Alipay и WeChat Pay обрабатывают ежегодно транзакции на сумму более 700 трлн юаней, охватывая 900 млн пользователей. Цифровой юань (e-CNY) к 2024 году введён в обращение в 26 провинциях с объёмом транзакций свыше 7 трлн юаней.

Таблица 3. Ключевые показатели электронной коммерции и цифровых финансов КНР

Показатель	2020	2022	2023
Объём e-commerce, трлн юаней	11,8	13,8	15,4
Доля e-commerce в розничных продажах	24,9%	27,2%	28,8%
Пользователи мобильных платежей, млн	798	854	903
Объём мобильных платежей, трлн юань/год	432	612	697
Объём транзакций e-CNY, трлн юаней	—	1,8	7,0+
Число финтех-компаний, тыс.	4,6	6,1	7,2

Цифровизация оказывает двойственное воздействие на рынок труда КНР. С одной стороны, автоматизация вытесняет работников с рутинных позиций в производстве и торговле: по оценкам, до 23% рабочих мест в Китае подвержены высокому риску автоматизации. С другой стороны, цифровая экономика создаёт новые категории занятости — разработчиков ПО, аналитиков данных, специалистов по кибербезопасности, курьеров платформенной экономики (более 70 млн человек).

Платформенная занятость (гиг-экономика) охватывает в Китае около 200 млн человек. Это создаёт новые вызовы для системы социальной защиты: работники платформ зачастую лишены традиционных гарантий трудовых отношений. В ответ на это в 2021 году правительство КНР ввело нормы защиты прав работников платформенной экономики.

Для объективной оценки цифрового развития КНР целесообразно провести сравнительный анализ с ведущими странами мира и Узбекистаном — страной с активно реализуемой программой цифровой трансформации «Цифровой Узбекистан 2030».

Таблица 4. Сравнительный анализ цифровой экономики: КНР, США, ЕС, Узбекистан (2023 г.)

Показатель	КНР	США	ЕС (среднее)	Узбекистан
Доля цифр. эк. в ВВП, %	41,5%	37,0%	28,5%	4,2%
Проникновение интернета, %	77,5%	91,0%	89,0%	72,0%
Индекс сетевой готовности (NRI)	5,52	7,22	6,14	3,68
Пользователи 5G, млн	830	210	180	1,2
Объём e-commerce, млрд USD	2 130	1 100	730	4,8
Расходы на НИОКР (% от ВВП)	2,55%	3,45%	2,20%	0,13%
Число патентов в ИИ (2023 г.)	39 000+	21 000+	14 000+	менее 50

Сравнительный анализ наглядно демонстрирует лидирующие позиции КНР в сфере электронной коммерции и 5G-инфраструктуры. По числу патентов в области искусственного интеллекта Китай вышел на первое место в мире, опередив США. Для Узбекистана опыт КНР представляет интерес прежде всего в части государственного стимулирования цифровизации и создания национальных технологических чемпионов.

Законодательное регулирование кибербезопасности в КНР продолжает активно развиваться. В 2023–2025 годах ожидается принятие ряда подзаконных актов, конкретизирующих требования Закона о безопасности данных. Особое внимание уделяется регулированию ИИ: «Временные меры по управлению генеративным ИИ» (2023) установили требования к маркировке ИИ-контента и ответственности разработчиков.

КНР также активно продвигает собственные международные стандарты кибербезопасности через МСЭ и ИСО, стремясь закрепить своё видение «интернет-суверенитета» в качестве международной нормы. Это создаёт риски фрагментации глобального киберпространства на конкурирующие технологические блоки.

На основании проведённого анализа можно сформулировать следующие рекомендации для КНР в области кибербезопасности:

- Форсированная подготовка специалистов по кибербезопасности через расширение соответствующих специальностей в университетах и государственных программ переподготовки
- Создание единого национального координационного центра кибербезопасности с полномочиями по оперативному реагированию на инциденты
- Разработка и внедрение отечественных операционных систем и процессоров для критической инфраструктуры (снижение зависимости от Intel, AMD, Microsoft)
- Развитие международного сотрудничества в рамках многосторонних форматов при сохранении принципов «киберсуверенитета»
- Инвестиции в квантовую криптографию: КНР уже эксплуатирует крупнейшую в мире квантовую сеть связи протяжённостью более 4 600 км
- Укрепление механизмов защиты персональных данных граждан и корпоративной информации

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье проведён комплексный анализ влияния цифровой экономики на экономическое развитие КНР и системы кибербезопасности Китая на национальном и международном уровнях.

Исследование показало, что цифровая экономика превратилась в главный структурный драйвер роста ВВП Китая. К 2023 году её объём достиг 56,1 трлн юаней (41,5% ВВП), а число интернет-пользователей превысило 1 млрд человек. КНР занимает лидирующие позиции в мире по объёму электронной коммерции (2,1 трлн USD), масштабу развёртывания 5G (3,37 млн базовых станций), числу ИИ-патентов (39 000+ в 2023 году) и объёму мобильных платежей (697 трлн юаней/год).

Цифровизация оказывает многоаспектное воздействие на экономику КНР: повышает производительность труда (на «умных фабриках» — на 50–76%), создаёт новые рынки и формы занятости (200 млн работников гиг-экономики), обеспечивает устойчивость к экономическим кризисам (2,4 п.п. прироста ВВП в кризисном 2020 году). Вместе с тем цифровая трансформация порождает риски автоматизации занятости и поляризации доходов.

Система кибербезопасности КНР является одной из наиболее развитых в мире. Её правовую основу образуют Закон о кибербезопасности (2017), Закон о безопасности данных и Закон о защите персональных данных (2021). На международной арене Китай последовательно отстаивает концепцию «киберсуверенитета», продвигает собственные технологические стандарты и наращивает цифровое присутствие в странах «Пояса и пути».

Это порождает напряжённость в отношениях с западными странами, но одновременно расширяет технологическое влияние КНР в развивающемся мире.

Опыт КНР представляет ценность для Узбекистана в части государственного стимулирования цифровизации, создания национальных технологических лидеров и формирования правовой базы кибербезопасности. Критическое осмысление как достижений, так и противоречий китайской модели позволяет выработать оптимальный курс цифровой трансформации с учётом национальной специфики.

Список литературы

- [1]. САИСТ (Китайская академия информационных и коммуникационных технологий). Белая книга о цифровой экономике Китая 2023. — Пекин, 2024.
- [2]. XIV Пятилетний план развития народного хозяйства и социальной сферы КНР (2021–2025). — Государственный совет КНР, 2021.
- [3]. Закон КНР о кибербезопасности (网络安全法). — Постоянный комитет ВСНП, 2017.
- [4]. Закон КНР о безопасности данных (数据安全法). — Постоянный комитет ВСНП, 2021.
- [5]. McKinsey Global Institute. Digital China: Powering the Economy to Global Competitiveness. — McKinsey & Company, 2023.
- [6]. PricewaterhouseCoopers. Sizing the Prize: What's the Real Value of AI for Your Business? — PwC, 2023.
- [7]. Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. — McGraw-Hill, 1994.
- [8]. Мухаммедов Р.А. Цифровая трансформация экономики: теория и практика. — Ташкент: ТГЭУ, 2022.

УДК 338.45:004.9

САНОАТ КОРХОНАЛАРИНИ РАҚАМЛИ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАШДА САМАРАДОРЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ МУАММОЛАРИ

С.И. Қодиров

Қўқон университети
e-mail: sigodirov@kokanduni.uz
(Қабул қилинди 20.04.2026 й.)

***Аннотация.** Ушбу мақолада саноат корхоналарини рақамли трансформациялаш жараёнида самарадорлик кўрсаткичларини аниқлаш ва ҳисоблашнинг долзарб муаммолари тадқиқ этилган. Таҳлил натижалари шуни кўрсатадики, анъанавий самарадорликни ўлчаш усуллари рақамли иқтисодиёт шароитида кўпинча етарли даражада тўлиқ маълумот бермайди. Шу муносабат билан умумий омиллар маҳсулдорлиги (ТФП), жиҳозларнинг умумий самарадорлиги (ОЭЭ) ва рақамли трансформация индекси каби замонавий кўрсаткичлар таҳлил қилинган. Тадқиқот натижалари рақамли технологияларни корхоналарга жорий этишида самарадорликни баҳолашнинг интеграл моделини ишлаб чиқиш зарурлигини кўрсатади.*

***Таянч сўзлар:** рақамли трансформация, самарадорлик кўрсаткичлари, умумий омиллар маҳсулдорлиги, жиҳозлар самарадорлиги, Индустрия 4.0, рақамлилаштириш, КРІ, ОЭЭ, интеграл баҳолаш.*

1. Кириш

XXI асрнинг иккинчи ўн йиллигида глобал саноат тизимида рақамли трансформация жараёнлари тобора жадаллашмоқда. Сунъий интеллект, нарсалар интернет (IoT), катта маълумотлар таҳлили ва булутли ҳисоблашларга асосланган "Индустрия 4.0" концепцияси саноат корхоналари фаолиятини тубдан ўзгартирмоқда [1, 2]. Бироқ ушбу трансформациянинг иқтисодий самарасини аниқ ва тўлиқ ўлчаш методологияси ҳали етарли даражада ишлаб чиқилмаган. Хусусан, рақамли инвестицияларнинг натижадорлигини баҳолашда классик молиявий кўрсаткичлар — ОТА (инвестициялар рентабеллиги), ЭПД (соф ҳозирги қиймат) ва EBITDA каби мезонлар кўпинча кўзга кўринмас ёки билвосита самараларни тўлиқ қамраб олмайди [3].

Мело ва бошқалар [4] томонидан ўтказилган тизимли адабиётлар шарҳига кўра, ЯТК (яхши тажриба корхоналари)нинг рақамли трансформация самарадорлигини ўлчашда қўлланилаётган усулларнинг асосий қисми (68%) молиявий кўрсаткичларга таянади. Бироқ бундай ёндашувлар экологик ва ижтимоий ўлчовларни етарлича инобатга олмайди. Шу боис мавжуд методологиянинг заиф томонларини аниқлаш ва интеграл баҳолаш тизимини яратиш долзарб илмий муаммо бўлиб қолмоқда.

Ўзбекистон Республикасида ҳам рақамли иқтисодий ривожлантириш давлат сиёсатининг устувор йўналишларидан бирига айланган. "Рақамли Ўзбекистон — 2030" стратегияси доирасида саноат корхоналарини рақамлаштириш, ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва ақлли заводлар яратиш масалаларига алоҳида аҳамият қаратилмоқда. Бироқ ушбу жараёнларнинг самарадорлигини баҳолаш учун миллий иқтисодий шароитларига мослаштирилган методологик базанинг етарли эмаслиги амалиётда қатор муаммоларни келтириб чиқармоқда.

2. Адабиётлар шарҳи

Рақамли трансформация ва самарадорлик ўртасидаги боғлиқлик ҳозирги пайтда жадал тадқиқ этилмоқда. Чэн ва бошқалар [5] томонидан ишлаб чиқариш корхоналарининг умумий омиллар маҳсулдорлиги (ТФП — Total Factor Productivity) бўйича олиб борилган эмпирик тадқиқот шуни кўрсатадики, рақамли трансформация ТФПни ошириш орқали корхоналар самарадорлигига ижобий таъсир кўрсатади. Хусусан, рақамлилаштириш даражаси ва ТФП ўртасида нолинеар "инвертед U-шакл" боғлиқлик аниқланган, яъни трансформациянинг ўртача даражаси энг юқори натижани таъминлайди [5].

Саноат жиҳозлари самарадорлигини баҳолаш борасида Брагли ва бошқалар [6] томонидан Scopus маълумотлар базасида индексланган Procedia Computer Science журналида эълон қилинган тадқиқотда "Индустрия 4.0" технологиялари шароитида КПИ (Key Performance Indicators) тизимини шакллантириш методологияси ишлаб чиқилган. Ушбу тадқиқот ОЭЭ (Overall Equipment Effectiveness) кўрсаткичини ишлаб чиқариш маҳсулдорлигини баҳолашнинг стандарт мезони сифатида тавсия этади. ОЭЭ қуйидаги учта компонент қўпайтмаси орқали ҳисобланади:

$$ОЭЭ = \text{Мавжудлик} \times \text{Унумдорлик} \times \text{Сифат}$$

бу ерда Мавжудлик — жиҳознинг режалаштирилган вақтга нисбатан иш вақти улуши; Унумдорлик — амалдаги ишлаб чиқариш тезлигининг назарий максимал тезликка нисбати; Сифат — стандартга мувофиқ маҳсулот улуши. IoT ва МЭС (Manufacturing Execution System) тизимларининг жорий этилиши ОЭЭни реал вақт режимида ҳисоблаш имконини беради [7].

Ванг ва бошқалар [8] Хитой ишлаб чиқариш корхоналари мисолида рақамли трансформациянинг корхона самарадорлигига таъсирини эмпирик жиҳатдан тадқиқ этган (PLOS ONE журнали, 2024). Уларнинг хулосаларига кўра, рақамли трансформация фирма самарадорлигини уч йўналиш орқали оширади: сотувларни ривожлантириш, ишлаб чиқариш харажатларини камайтириш ва инновацион фаолликни кучайтириш. Шу билан бирга, давлатга тегишли бўлмаган ва йирик корхоналар рақамли ўтишдан кўпроқ иқтисодий наф олади [8].

Рақамли самарадорликни ўлчашда мутавозин кўрсаткичлар карточкаси (BSC — Balanced Scorecard) ёндашуви ҳам кенг қўлланилмоқда. Путра ва бошқаларнинг тадқиқоти [9] кўрсатишича, рақамли имкониятлар корхонанинг ички жараёнлар блокига (BSC BP2) сезиларли таъсир кўрсатади. Бу таъсир қиймат занжирларини интеграциялаш, самарадорликни ошириш ва харажатлар бўйича рақобатбардошликни таъминлаш орқали намоён бўлади. Ушбу тадқиқот Scopus маълумотлар базасидан олинган 131 та мақолани тизимли шарҳлаш асосида бажарилган.

Жаррагки ва бошқалар [10] томонидан ўтказилган тадқиқотда рақамли трансформация контекстида унумдорлик ўлчовлари тизимли тарзда шарҳланган. Унда 47 та мақола таҳлил қилиниб, рақамли трансформация самарадорликни ўлчаш тизимларининг динамикаси ва мослашувчанлигини оширишга хизмат қилиши асосланган. Бундан ташқари,

қарор қабул қилишда мослашувчанлик, инклюзивлик ва барқарорликка ўтиш жараёнида инсон ресурсларининг аҳамияти алоҳида таъкидланган [10].

3. Тадқиқот услубияти

Ушбу тадқиқотда қуйидаги усуллар қўлланилди: (1) Scopus ва Web of Science маълумотлар базаларида индексланган 2018–2025 йиллардаги манбалар асосида тизимли адабиётлар шарҳи; (2) рақамли трансформациянинг самарадорлик кўрсаткичларига таъсирини ўрганишга доир миқдорий ва сифатли методлар таҳлили; (3) кўрсаткичларни гуруҳлаштириш ҳамда интеграл баҳолаш моделини шакллантиришга қаратилган таҳлилий синтез.

Мавжуд илмий адабиётлар таҳлили асосида рақамли трансформация самарадорлиги кўрсаткичлари уч гуруҳга ажратилди: молиявий кўрсаткичлар (ТФП, ROI, EBITDA ўсиши), операцион кўрсаткичлар (ОЭЭ, ишлаб чиқариш цикли вақти, брак фоизи) ва стратегик кўрсаткичлар (инновация индекси, рақамли технологияларни қабул қилиш даражаси, ходимларнинг рақамли саводхонлиги). Мазкур классификация BSC ёндашувига мослаштирилди.

4. Тадқиқот натижалари ва муҳокама

4.1. Анъанавий самарадорлик кўрсаткичларининг чекланганлиги

Анъанавий молиявий кўрсаткичлар рақамли трансформация самарасини тўлиқ акс эттира олмайди. Бунинг бир неча сабаблари мавжуд. Биринчидан, рақамли технологияларни жорий этишдан олинган ижобий самара кўпинча ўрта ва узоқ муддатда намоён бўлади. Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатадики, McKinsey Digital Quotient таҳлилларига кўра, молиявий КПИлардан фойдаланувчи корхоналарнинг 15% дан кам қисмигина рақамли инвестицияларнинг қайтимини аниқ миқдорий ифода қила олади [11].

Иккинчидан, "маҳсулдорлик парадокси" (Solow парадокси) муаммоси долзарб бўлиб қолмоқда. Ту ва Ян [12] томонидан ўтказилган тадқиқот шуни кўрсатадики, рақамли трансформациянинг дастлабки босқичида рақамлилаштириш корхоналар ичидаги субстантив инновацияларни қисқаришига олиб келиши мумкин. Демак, бошланғич даврда рақамли трансформациянинг яширин харажатлари унинг фойдасидан юқори бўлиши эҳтимоли мавжуд, бу эса ТФП кўрсаткичларини ҳисоблашда қўшимча мураккабликлар юзага келтиради [12]. Вақт ўтиши билан корхоналарнинг ички ихтисослашуви ва назорат сифати ошганда, рақамли трансформациянинг самарадорликка ижобий таъсири янада яққол намоён бўлади.

Учинчидан, рақамли активлар — маълумотлар, алгоритмлар ва платформалар — ноанъанавий активлар сифатида бухгалтерия ҳисобида тўлиқ акс этмайди. Натижада бу ҳолат корхоналарни баҳолашда ҳамда самарадорликни ўзаро солиштиришда муайян ноаниқликларни келтириб чиқаради.

4.2. Замоनावий самарадорлик кўрсаткичлари тизими

Рақамли трансформация шароитида самарадорликни ўлчашнинг замонавий ёндашувлари бир нечта асосий методологик йўналишни қамраб олади.

Умумий омиллар маҳсулдорлиги (ТФП) усули. Чэн ва Бошқалар [5] ҳамда Тэнг ва Бошқалар [13] тадқиқотлари асосида рақамли трансформациянинг ТФПга таъсирини ҳисоблашда матн қазиб олиш (text mining) ва сўз частотаси индекслари муҳим восита сифатида қўлланилиши кўрсатилган. Хусусан, корхоналарнинг йиллик ҳисоботларида учрайдиган рақамли трансформацияга оид калит сўзлар частотаси рақамлилаштириш даражасини миқдорий ифодалашда кенг қўлланилади. Ўта ўнг томонга чўзилган тақсимотни инобатга олиш учун логарифмик трансформация — $\ln(\text{сўз частотаси} + 1)$ — тавсия этилади.

Жиҳозларнинг умумий самарадорлиги (ОЭЭ) усули. Каландрели ва Бошқалар [7] томонидан Springer Nature нашрида чоп этилган тадқиқотда МЭС ва ОЭЭни бирлаштириш орқали ишлаб чиқариш жараёнлари синхронлашувини кучайтириш, тўхталиш вақтини камайтириш ва ресурслардан фойдаланишни оптималлаштириш мумкинлиги исботланган. Тадқиқот натижаларига кўра, "Индустрия 4.0" технологиялари ва ОЭЭни биргаликда қўллаш

маҳсулдорликни 12% дан ортиқ ошириши мумкин. Хусусан, МЭС тизими жорий этилгандан кейинги ярим йил давомида 8% маҳсулдорлик ўсиши амалда қайд этилган [7].

Мутовозин кўрсаткичлар карточкаси (BSC) усули. Наерния ва бошқалар [14] International Journal of Production Research журналида эълон қилинган тадқиқотда "Индустрия 4.0"ни амалиётга татбиқ этиш ташкилий нуқтаи назардан шарҳланиб, BSC тизимида тўрт блок доирасида кўрсаткичларни шакллантириш таклиф этилган: молиявий, мижозлар, ички жараёнлар ва ўқиш/ривожланиш. Муаллифлар таъкидлашича, айнан ички жараёнлар блоки рақамли трансформация таъсирига энг кўп учрайдиган йўналиш ҳисобланади [14].

4.3. Рақамли трансформация самарадорлигини ҳисоблашдаги асосий муаммолар

Тадқиқотлар таҳлили асосида рақамли трансформация самарадорлигини ҳисоблашдаги асосий муаммолар аниқланди. Биринчи гуруҳ муаммолари ўлчов ноаниқлиги билан боғлиқ. Рақамли трансформация жараёнида яратиладиган қиймат кўп ҳолларда ноанъанавий кўринишларда — маълумотлар бойлиги, тармоқ таъсири ва фойдаланувчи тажрибаси шаклида — намоён бўлади. Шу сабабли уларни стандарт молиявий ҳисоб усуллари орқали баҳолаш жуда мураккаб [15].

Иккинчи гуруҳ муаммолари вақтли номувофиқлик (temporal mismatch) билан боғлиқ. Рақамли инвестициялар (масалан, ERP тизими ёки IoT инфратузилмаси) кўп йиллар давомида амортизация қилинади, бироқ уларнинг самараси дастлаб операцион, кейин эса молиявий кўрсаткичларда намоён бўлади. Бу ҳолат самарадорликни баҳолашда вақт лаги муаммосини келтириб чиқаради. Пармада ва бошқалар [16] тадқиқоти асосида рақамли трансформациянинг иш бандлигига таъсири қисқа ва узок муддатларда кескин фарқланиши исботланган.

Учинчи гуруҳ муаммолари атрибуция мураккаблиги билан боғлиқ. Рақамли трансформациядан келиб чиққан самарадорлик ўсишини бошқа омиллардан — иқтисодий конъюнктура, кадрлар сиёсати ва бозор ўзгаришларидан — ажратиш ўлчаш методологик жиҳатдан мушкул. Шу нуқтаи назардан Чэн ва бошқалар [5] тавсия этган IV-regression ва PSM (Propensity Score Matching) усуллари асосланган контрфактуал таҳлил юқори натижалар бермоқда.

4.4. Интеграл самарадорлик баҳолаш модели

Адабиётлар таҳлили натижасида муаллиф саноат корхоналарини рақамли трансформациялашда самарадорликни баҳолашнинг интеграл модели (СБИМ-РТ)ни таклиф этади. Модель тўрт блокдан иборат (1-жадвал).

1-жадвал. Рақамли трансформация самарадорлигини интеграл баҳолаш тизими (СБИМ-РТ)

Блок	Кўрсаткичлар	Ҳисоблаш усули
Молиявий	ТФП ўсиши, харажатлар камайиши, ROI	Levinsohn-Petrin усули, DID-таҳлил
Операцион	ОЭЭ, цикл вақти, брак даражаси	МЭС/IoT маълумотлари асосида реал вақт
Ижтимоий	Ходимлар маҳсулдорлиги, рақамли саводхонлик	Сўровнома, HR-аналитика
Стратегик	Рақамли технологиялар жорий этиш даражаси, инновация индекси	Матн таҳлили, кўрсаткич индекси

Таклиф этилаётган интеграл баҳолаш модели рақамли трансформация самарасини кўп ўлчовли нуқтаи назардан баҳолаш имконини беради. Мело ва бошқалар [4] томонидан таъкидланганидек, барқарорликнинг уч устунини — иқтисодий, ижтимоий ва экологик

ўлчовларни — инобатга олган комплекс баҳолаш усуллари Scopus ва WoS базаларидаги замонавий тадқиқотларнинг устувор йўналишларидан бирига айланмоқда.

5. Хулоса

Ўтказилган тадқиқот асосида қуйидаги хулосалар шакллантирилди.

Биринчидан, анъанавий молиявий кўрсаткичлар рақамли трансформациянинг тўлиқ самарасини баҳолаш учун етарли эмас. Чунки бундай кўрсаткичлар рақамли активлар, тармоқ таъсирлари ва ноанъанавий қиймат манбаларини тўлиқ акс эттира олмайди.

Иккинчидан, ОЭЭ кўрсаткичи IoT ва МЭС тизимлари билан биргаликда қўлланилганда саноат корхоналарида ишлаб чиқариш самарадорлигини реал вақт режимида ўлчашнинг самарали воситаси бўлиб хизмат қилади. Тадқиқотлар ОЭЭни 12% гача ошириш имконияти мавжудлигини тасдиқлайди.

Учинчидан, ТФП ва рақамли трансформация ўртасидаги "инвертед U-шакл" боғлиқлик рақамлилаштиришнинг ўртача даражасида энг юқори самарадорлик намоён бўлишини кўрсатади. Бу ҳолат стратегик режалаштиришда муҳим аҳамият касб этади.

Тўртинчидан, таклиф этилган СБИМ-РТ модели молиявий, операцион, ижтимоий ва стратегик блокларни бирлаштирган ҳолда рақамли трансформация самарасини жамлама тарзда баҳолаш имконини беради. Ушбу модель BSC ёндашуви ва замонавий ўлчов усулларини ўзаро синтезлайди.

Адабиётлар

- [1]. Nayernia H., Bahemia H., Papagiannidis S. A systematic review of the implementation of industry 4.0 from the organisational perspective // *International Journal of Production Research*. – 2022. – Vol. 60, No. 14. – P. 4365–4396.
- [2]. Scientific Reports. Smart manufacturing systems and industry 4.0 technologies. – *Nature Portfolio*, 2024. – Collection overview.
- [3]. Solow R. We'd better watch out // *New York Times Book Review*. – 1987. – July 12.
- [4]. Melo I.C., Queiroz G.A., Alves Junior P.N. et al. Sustainable digital transformation in small and medium enterprises (SMEs): A review on performance // *Heliyon*. – 2023. – Vol. 9, No. 3. – P. e13908.
- [5]. Cheng Y., Zhou X., Li Y. The effect of digital transformation on real economy enterprises' total factor productivity // *International Review of Economics & Finance*. – 2023. – Vol. 85. – P. 488–501.
- [6]. Braglia M. et al. Key Performance Indicators and Industry 4.0 // *Procedia Computer Science*. – 2022. – Vol. 200. – P. 1626–1635.
- [7]. Calandreli P.R., Valle P.D., Deschamps F. Maximizing operational efficiency with Industry 4.0 technology: integrating OEE as a performance indicator // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2025.
- [8]. Wang Y., Wang T., Wang Q. The impact of digital transformation on enterprise performance: An empirical analysis based on China's manufacturing export enterprises // *PLoS ONE*. – 2024. – Vol. 19, No. 3. – P. e0299723.
- [9]. Putra I.G.C., Mendra N.P.Y., Novitasari L.G. Integration of information technology capabilities in generating small and medium enterprise performance // *Uncertain Supply Chain Management*. – 2023. – Vol. 11. – P. 843–854.
- [10]. Jarragki T. et al. Digital Transformation and Flexible Performance Management: A Systematic Literature Review // *Global Journal of Flexible Systems Management*. – 2024.
- [11]. BMC Software. Digital Transformation Metrics & KPIs for Measuring Success. – URL: <https://www.bmc.com/blogs/digital-transformation-metrics-kpis/> (date of access: 07.03.2026).
- [12]. Tu Y., Yan Z. Digital technology's widespread application across industrial sectors enhances inter-factor coordination, thereby improving total factor productivity // *Finance Research Letters*. – 2022.
- [13]. Teng X. et al. Digital transformation, innovation and total factor productivity in manufacturing enterprises // *Finance Research Letters*. – 2025.
- [14]. Nayernia H., Bahemia H., Papagiannidis S. Industry 4.0: critical investigations and synthesis of key findings // *Management Review Quarterly*. – 2023.
- [15]. Scientific Reports. The application of industry 4.0 into the company's production activities through effective decision-making. – 2025.
- [16]. Zhou H. Digital innovation and manufacturing employment – based on the analysis of mediating and threshold effects // *Cogent Economics & Finance*. – 2024.

YANGI O'ZBEKISTONDA SAN'AT SOHASI VAKILLARI UCHUN YARATILGAN SHAROITLAR VA UNDAN TA'LIM TIZIMIDA SAMARALI FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

A.A. A'zamjonov

Farg'ona davlat universiteti

E-mail: ahadjonazamjonov174@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu fundamental va tizimli ilmiy maqolada Yangi O'zbekistonda tasviriy va amaliy san'at sohasi vakillari, ijodkor pedagoglar hamda talaba-yoshlar uchun yaratilgan keng qamrovli sharoitlar, huquqiy-tashkiliy platformalar va ulardan zamonaviy ta'lim tizimida samarali foydalanish prinsiplari tadqiq etilgan. San'at ta'limida yaratilgan imkoniyatlar gnoseologik, pedagogik va sotsiomadaniy yondashuvlar asosida tahlil etilib, bo'lajak mutaxassislarning kasbiy kompetentligini oshirishda davlat tomonidan berilayotgan imtiyozlarning amaliy ahamiyati ochib berilgan. Muallif milliy san'at ustaxonalarining infratuzilmaviy imkoniyatlarini oliy ta'lim dars jarayonlariga, xususan laboratoriya va diplom ishlari amaliyotiga integratsiya qilish modelini ishlab chiqqan. Maqolada Farg'ona davlat universiteti tajribasi misolida badiiy ta'limda "ustoz-shogird" an'analari va raqamli texnologiyalar sintezi orqali innovatsion o'quv muhitini yaratish bo'yicha ilmiy-pedagogik tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: Yangi O'zbekiston, san'at ta'limi, ijodkor pedagog, infratuzilma, "ustoz-shogird" tizimi, kasbiy kompetentlik, integratsiyalashgan ta'lim, badiiy ustaxona, modernizatsiya, kreativ fikrlash.

I.KIRISH: SAN'AT SOHASIDAGI ISLOHOTLAR VA TA'LIM INTEGRATSIYASINING DOLZARBLIGI

Yangi O'zbekistonda intellektual va ma'naviy yuksak avlodni tarbiyalash, Uchinchi Renessans poydevorini barpo etish jarayonida madaniyat, tasviriy va amaliy san'at sohasini tubdan modernizatsiya qilish davlat siyosatining eng muhim ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylandi. Zero, jamiyatning madaniy va estetik olami qay darajada rivojlangani uning umumiy ta'lim salohiyati va taraqqiyot vektorini belgilab beradi. So'nggi yillarda mamlakatimizda san'at ahli, rassomlar, xalq ustalari va ijodkor pedagoglar faoliyatini qo'llab-quvvatlash bo'yicha mutlaqo yangi huquqiy va moddiy-texnik baza yaratildi. Biroq, yaratilgan ushbu keng imkoniyatlar, zamonaviy ijodiy ustaxonalar, ko'rgazma zallari va berilayotgan imtiyozlardan ta'lim tizimida, xususan, oliy ta'lim muassasalarida bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilari hamda rangtasvirchi rassomlarni tayyorlashda transformatsiya vositasi sifatida foydalanish tizimini ilmiy asoslash dolzarb pedagogik zarurat hisoblanadi. Prezidentimiz Shavkat Mirziyoev ta'kidlaganlaridek: *"Madaniyat va san'at rivojlanmagan mamlakatda taraqqiyot ham, yuksak ma'naviyat ham bo'lmaydi"* [1]. San'atkorlar uchun yaratilgan qulay sharoitlar shunchaki ijodiy muhitni emas, balki oliy ta'lim mazmunini boyitishga xizmat qiluvchi kuchli didaktik platforma bo'lishi lozim. Bugungi ta'lim tizimida talabalarining akademik bilimlarni o'zlashtirishi ularga yaratilgan real amaliy ijodiy muhit bilan proporsional bog'liqdir. Agar soha vakillariga berilgan imtiyozlar, zamonaviy ustaxonalar va xalqaro ko'rgazma maydonchalari oliy ta'lim muassasalarining laboratoriya va amaliy mashg'ulotlari bilan sinxronlashtirilmasa, ta'limda "nazariy va amaliy uzilish" yuzaga keladi. Shu bois, maqolada ushbu sharoitlardan bo'lajak mutaxassislarning kreativ tafakkuri va kasbiy mahoratini oshirishda samarali foydalanishning konseptual modellari ijtimoiy-pedagogik jihatdan tahlil etiladi.

II. METODOLOGIK VA TEORETIK ASOSLAR: INTEGRATSIYALASHGAN TA'LIM PRINSIPLARI

Ushbu tadqiqotning metodologik asosini tizimli-strukturaviy yondashuv, pedagogik integratsiya, kompetentlik yondashuvi hamda "ustoz-shogird" an'alarining sinergetik tamoyillari tashkil etadi. San'at sohasida yaratilgan sharoitlarni ta'lim jarayoniga tatbiq etish shunchaki texnik vosita emas, balki bo'lajak o'qituvchilarning estetik madaniyati va kasbiy mahoratini shakllantiruvchi pedagogik innovatsiya sifatida talqin etiladi. Tadqiqot davomida ijodiy muhit va ta'lim samaradorligi o'rtasidagi bog'liqlik to'rt bosqichli funksional model asosida o'rganildi:

Infratuzilmaviy daraja: Zamonaviy ijodiy ustaxonalar va ko'rgazma zallarini oliy ta'limning laboratoriya mashg'ulotlari bazasiga aylantirish.

Didaktik daraja: San'at sohasidagi davlat dasturlari va yangi qarorlar mazmunini fan dasturlariga (rangtasvir, kompozitsiya, haykaltaroshlik) singdirish.

Psixologik-motivatsion daraja: Yaratilgan imkoniyatlar va ustalar muvaffaqiyati misolida talabalarda ijodiy "men" konsepsiyasini va sohaga nisbatan faxr tuyg'usini uyg'otish.

Amaliy-prakseologik daraja: Talabalarining bitiruv malakaviy ishlari va ko'rgazma faoliyatini real ustaxonalar sharoitida tashkil etish.

Tadqiqotning nazariy asoslarini ishlab chiqishda mahalliy va xorijlik olimlarning badiiy ta'limda innovatsion muhit yaratish borasidagi qarashlari, xususan, Farg'ona vodiysi rangtasvir va amaliy san'at maktablarining tarixiy-zamonaviy tajribalari tizimlashtirildi [3, 5, 11].

III. YANGI O'ZBEKISTONDA SAN'AT SOHASIDAGI ISLOHOTLAR RETROSPEKTIVASI

Mustaqillik yillarining yangi bosqichida O'zbekiston Badiiy Akademiyasi faoliyati rivojlantirildi, hududlarda badiiy maktablar, ixtisoslashtirilgan san'at maktab-internatlari tarmog'i kengaytirildi. Prezidentning sohani rivojlantirishga oid qarorlari tizim vakillari uchun iqtisodiy va tashkiliy erkinliklar taqdim etdi [12]. Ayniqsa, rassomlar va xalq ustalariga berilgan soliq imtiyozlari, ijodiy ustaxonalar ajratilishi, xalqaro biennale va ko'rgazmalarning muntazam o'tkazilishi soha jozibadorligini oshirdi. Sharq Uyg'onish davrlari, xususan, Temuriylar Renessansi tajribasi shuni ko'rsatadiki, Kamoliddin Behzod asos solgan Hirot miniatyura maktabi davrida ham davlat tomonidan ijodkorlarga yaratilgan sharoitlar bevosita madrasalar va ta'lim tizimi bilan uzviy bog'langan [8, 10]. Bugungi kunda ushbu madaniy kodlarni zamonaviy badiiy ta'lim muhitiga transplantatsiya qilish talab etiladi.

№	San'at sohasida yaratilgan asosiy sharoitlar	Ta'lim tizimida undan samarali foydalanish yo'nalishlari
1	Zamonaviy shaxsiy va jamoaviy ijodiy ustaxonalarining tashkil etilishi	Oliy ta'lim muassasalari tasviriy san'at yo'nalishi talabalarining laboratoriya va amaliy darslarini ushbu ustaxonalarda o'tkazish.
2	Ko'rgazma zallari, muzeylar va galereyalar faoliyatining kengayishi	Talabalarining diplom ishlari, hisobot ko'rgazmalari va mahorat darslarini real badiiy muhitda tashkil etish, baholash tizimini shaffoflashtirish.
3	Raqamli texnologiyalar va grant loyihalarining joriy etilishi	Milliy san'at va dizayn mahsulotlarini 3D modellash, raqamli art (Digital Art) va NFT platformalariga olib chiqish ko'nikmasini shakllantirish.

IV. SHAROITLARDAN TA'LIMDA FOYDALANISHNING PEDAGOGIK VA ONTOLOGIK MEXANIZMLARI

Falsafiy-pedagogik nuqtai nazardan, san'at vakillari uchun yaratilgan ijodiy muhit – bu talaba shaxsini ijtimoiylashtiruvchi va unda kasbiy mahoratni shakllantiruvchi ontologik makondir. Immanuel Kant o'zining "Mulohaza qobiliyatining tanqidi" asarida ta'kidlaganidek, san'at insonni qoliplardan ozod qilib, ichki erkinlik va ijodiy tafakkur beradi [9]. Bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchisi universitet devorlari ichidagi quruq nazariya bilan cheklanib qolmasligi kerak. Bugungi kunda ta'lim tizimida yaratilgan sharoitlardan foydalanishning quyidagi pedagogik mexanizmlarini amaliyotga kiritish lozim:

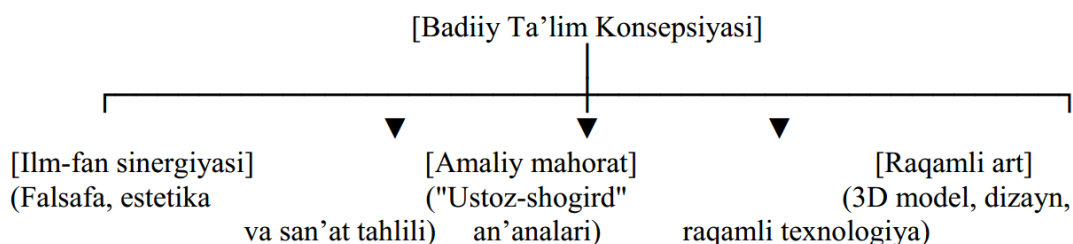
"Innovatsion ijodiy laboratoriya" mexanizmi: Har bir universitetning tasviriy san'at kafedrası hududdagi taniqli rassomlar va Badiiy Akademiya a'zolarining shaxsiy ustaxonalari bilan bevosita integratsiyalanishi shart. Bu yerda talaba haqiqiy "rang bilan ishlash", "kompozitsiya qurish" va "politra sirlari"ni bevosita kuzatadi va o'rganadi.

"Diplom ishi – real loyiha" tizimi: Talabalarining bitiruv malakaviy ishlari mavzulari shunchaki abstrakt emas, balki hududning madaniy ehtiyojlaridan kelib chiqib belgilanishi kerak. Masalan, Farg'ona maktablari, mahalla idoralari va ta'lim muassasalarining intererlarini milliy va akademik rangtasvir asarlari bilan bezash diplom ishining amaliy natijasi bo'lishi lozim.

"Ko'rgazmaviy sublimatsiya": Talabalarning ijodiy ishlari Badiiy Akademiyaning Markaziy va hududiy ko'rgazma zallarida namoyish etilishi ularda ruhiy yuksalish (kataris) va kasbiy motivatsiyani uyg'otadi [4].

V. FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI TAJRIBA SINTEZI

Farg'ona davlat universiteti Pedagogika, psixologiya va san'atshunoslik fakulteti Tasviriy san'at kafedrasida san'atkorlar uchun yaratilgan sharoitlarni ta'limga integratsiya qilish bo'yicha bir qator amaliy natijalarga erishildi. Kafedraning o'qituvchi-rassomlari, O'zbekiston Badiiy Akademiyasi a'zolari rahbarligida "Ustoz-shogird" maktabi yangi bosqichga ko'tarildi. Xususan, talabalarning stajorlik va laboratoriya ishlari an'anaviy auditoriyalardan Farg'ona vodiysining yirik badiiy markazlari – Rishton kulolchilik ustaxonalari, Marg'ilon ipak to'qish markazlari va universitet qoshidagi maxsus badiiy studiyalarga ko'chirildi [3, 5]. Bu jarayonda talabalar an'anaviy naqqoshlik, girix va islmiy naqshlarning semiotik ma'nolarini hamda zamonaviy dastgohli rangtasvir texnologiyasini chuqur o'zlashtirmoqdalar.



Talaba rangtasvir asari ustida ishlar ekan, u shunchaki tasvir chizib qolmay, balki chizilayotgan ob'ektning falsafiy va ontologik mohiyatini anglaydi. Masalan, inson portreti ustida ishlashda psixofizik xususiyatlarni, tabiat manzarasini chizishda esa ekologik falsafa va "vizual ekologiya" qonuniyatlarini o'rganadi.

VI. XULOSA VA AMALIY TAVSIYALAR

Yangi O'zbekistonda tasviriy va amaliy san'at sohasi vakillari uchun yaratilgan zamonaviy sharoitlarni ta'lim tizimiga muvaffaqiyatli integratsiya qilish quyidagi konseptual xulosalarga olib keladi:

Kasbiy kompetentlik muhiti: Ijodkorlarga yaratilgan infratuzilma ta'lim tizimi uchun tayyor didaktik poligon hisoblanadi. Undan samarali foydalanish bo'lajak kadrlarning mehnat bozoridagi raqobatbardoshligini va kreativ tafakkurini oshiradi.

Ma'naviy-mafkuraviy filtr: Talabalarning real ijodiy jarayonga jalb etilishi ularda globallashuv davridagi "ommaviy madaniyat" va raqamli simulyakrlar (soxta obrazlar) tahdidiga qarshi kuchli estetik madaniyat va mafkuraviy qalqonni shakllantiradi [6, 7].

Amaliy-tizimli tavsiyalar:

Ta'lim dasturlarini transformatsiya qilish: Oliy ta'lim muassasalari tasviriy san'at va rangtasvir yo'nalishlari o'quv rejalariga "Zamonaviy san'at menejmenti", "Raqamli rangtasvir va dizayn" hamda "San'at olamida tadbirkorlik" kabi amaliy modullarni kiritish.

Ijodiy startaplar va laboratoriyalar: Universitetlar qoshida Badiiy Akademiya va "Hunarmand" uyushmasi bilan hamkorlikda talabalarning innovatsion loyihalarini, milliy suvenirler dizayni va 3D art mahsulotlarini ishlab chiquvchi tijoratlashtirilgan ilmiy-ijodiy startap markazlarini tashkil etish.

"Rassom va talaba" platformasi: Taniqli rassomlarning ijodiy ustaxonalarida oliy ta'lim muassasalarining filiallarini (mahorat sinflarini) tashkil etish va u yerdagi amaliy mashg'ulotlarni soatbay dars sifatida rasmiylashtirish tizimini soddalashtirish.

Adabiyotlar

- [1]. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston strategiyasi. – Toshkent: "O'zbekiston" nashriyoti, 2021. – 464 b.
- [2]. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. Jild 1. – Toshkent: "O'zbekiston", 2017.
- [3]. A'zamjonov A.A. Tasviriy va amaliy san'at vositasida bo'lajak o'qituvchilarning estetik madaniyatini shakllantirish muammolari. // Farg'ona davlat universiteti ilmiy xabarlar. – Farg'ona, 2024. – №2. – B. 112-117.

- [4]. A'zamjonov A.A. Yangi O'zbekiston sharoitida yoshlar ijodiy tafakkurini rivojlantirishda badiiy ta'limning o'rni. // "Uchinchi Renessans: Muammo va yechimlar" respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Toshkent, 2025. – B. 45-49.
- [5]. A'zamjonov A.A. Farg'ona vodiysi xalq amaliy san'ati tarixi va uning falsafiy-estetik ildizlari. Monografiya. – Farg'ona: "Al-Farg'oni", 2025. – 180 b.
- [6]. Baudrillard J. Simulacres et Simulation. – Paris: Galilée, 1981. – 218 p.
- [7]. Ergashev I. Jamiyat transformatsiyasi va ma'naviy yuksalish. – Toshkent: "Akademiya", 2022. – 320 b.
- [8]. Forobiy Abu Nasr. Fozil odamlar shahri. – Toshkent: Abdulla Qodiriy nomidagi xalq merosi nashriyoti, 1993.
- [9]. Kant I. Kritik der Urtheilskraft (Mulohaza qobiliyatining tanqidi). – Berlin, 1790.
- [10]. Qodirov M.X. O'zbekiston xalq san'ati estetikasi va falsafasi. – Toshkent: "San'at", 2019. – 215 b.
- [11]. Read H. Education through Art. – London: Faber and Faber, 2010. – 350 p.
- [12]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Muzeylar faoliyatini va milliy tasviriy san'atni yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori. // Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi (www.lex.uz).

YANGI O'ZBEKISTONDA YOSHLAR MEDIA MADANIYATINI RIVOJLANTIRISHNING IJTIMOIIY-FALSAFIY OMILLARI

Tadqiqotchisi S.S. Mamatkadirov

Farg'ona davlat universiteti
E-mail: sarvaramamatkadirov@gmail.com
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu fundamental va tizimli ilmiy maqolada Yangi O'zbekistonda raqamli transformatsiya va globallashuv sharoitida yoshlar media madaniyatini rivojlantirishning konseptual asoslari, ijtimoiy-falsafiy omillari hamda sotsiomadaniy qonuniyatlari atroflicha tadqiq etilgan. Maqolada "media madaniyat" va "axborot sotsium" kategoriyalari gnoseologik, ontologik va sinergetik yondashuvlar negizida tahlil etilib, yosh avlod ijtimoiy ongi transformatsiyasida vizual va raqamli muhitning o'rni falsafiy jihatdan asoslangan. Muallif globallashuv sharoitidagi g'oyaviy-mafkuraviy xavflar, kibermakondagi simulyakrlar, feyk axborotlar va vizual manipulyatsiyalarga qarshi yoshlarda g'oyaviy filtr va mediaimmunitet shakllantirish masalalarini xorijiy va mahalliy faylasuf olimlar qarashlari sintezi asosida yoritgan. Tadqiqot yakunida oliy ta'lim tizimida va sotsial institutlar faoliyatida talaba-yoshlarning media-estetik madaniyatini yuksaltirish bo'yicha ijtimoiy-falsafiy tavsiyalar tizimi ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: Yangi O'zbekiston, media madaniyat, ijtimoiy-falsafiy tahlil, raqamli sotsium, ijtimoiy ong transformatsiyasi, mediaimmunitet, simulyakrlar, vizual ekologiya, axborot xavfsizligi, Uchinchi Renessans.

KIRISH: Raqamli jamiyatda media madaniyat fenomenining ijtimoiy-falsafiy dolzarbligi

Yangi O'zbekistonni barpo etish va Uchinchi Renessansning inson kapitalini shakllantirish sharoitida jamiyatning eng dinamik qatlami bo'lmish yoshlar dunyoqarashini tizimli rivojlantirish davlat siyosatining strategik vektori hisoblanadi. Bugungi postmodern va axborotlashgan jamiyat bosqichida ijtimoiy borliq shiddat bilan virtuallashib bormoqda. Insonning dunyoni anglashi, ijtimoiylashuvi va qadriyatlar tizimini belgilashi bevosita raqamli kontent, ijtimoiy tarmoqlar va mediamuhit ta'sirida shakllanyapti. Shu sababli, yoshlar o'rtasida media madaniyatni shakllantirish shunchaki texnik savodxonlik emas, balki milliy xavfsizlik, ma'naviy barqarorlik va ijtimoiy ong transformatsiyasini belgilovchi fundamental omilga aylandi. Media madaniyat (Media Culture) – ijtimoiy falsafada shaxsning axborot oqimini qabul qilish, saralash, tahlil etish va unga nisbatan ijtimoiy-estetik munosabat bildirish layoqatini ifodalovchi murakkab tizimdir. Muhtaram Prezidentimiz Shavkat Mirziyoev ta'kidlaganlaridek: "Bugungi kunda dunyo miqyosida beshafqat raqobat, g'oyaviy va mafkuraviy kurashlar keskin tus olmoqda. Axborot xurujlari kuchaygan bunday sharoitda yoshlarimizni mustaqil fikrlaydigan, zamonaviy bilim va kasblarni egallagan vatanparvar shaxslar etib tarbiyalashimiz zarur" [1]. Agar jamiyatda raqamli texnologiyalarning

kirib kelish tezligi aholining, xususan, yoshlarning media-estetik va mafkuraviy madaniyatidan o'zib ketsa, ijtimoiy tizimda "klipli tafakkur" (clip thinking), ma'naviy nihilizm va madaniy marginlashuv yuzaga keladi. Bu esa yoshlarning milliy o'zlikni anglash kodlarini yemirib, ularni tashqi vizual manipulyatsiyalarning oson qurboniga aylantiradi. Shu boisdan ham, Yangi O'zbekistonda madaniyatli va ma'rifatli jamiyat qurishning falsafiy strategiyasi yoshlar ijtimoiy ongida kuchli "mediaimmunitet" shakllantirishni taqozo etadi.

Metodologik va teoretik asoslar: media muhitga tizimli-sinergetik yondashuv. Ushbu tadqiqotning metodologik poydevorini tizimli-strukturaviy yondashuv, gnoseologik va ontologik tahlil, madaniy antropologiya hamda ijtimoiy sinergetika tamoyillari tashkil etadi. Global mediamakon ochiq, nochiqli va beqaror sinergetik tizim bo'lib, u ijtimoiy ongga kuchli fluktuatsiyalar (kutilmagan ta'sirlar) vositasida ta'sir ko'rsatadi. Sinergetik nuqtai nazardan, transformatsiya bosqichidagi yoshlar ongi o'ta sezuvchan (bifurkatsiya) holatda bo'ladi va tarmoqlardagi kichik bir vizual axborot ham ularning xulq-atvorini butunlay o'zgartirib yuborishi mumkin.

Ijtimoiy falsafa va axborot ontologiyasi doirasida biz yoshlar media madaniyati fenomenini to'rt bosqichli konseptual model asosida ko'rib chiqamiz:

Ontologik daraja: Media olami yangi virtual borliqni yaratadi, bu yerda yoshlar o'z vaqtining katta qismini o'tkazadi va ijtimoiy maqom qidiradi.

Gnoseologik daraja: Yoshlar dunyo haqidagi bilimlarni verbal (matnli) emas, balki vizualizatsiyalashgan (video, klip, mema) obrazlar orqali qabul qiladi.

Aksiologik daraja: Media kontent virtual makon orqali an'anaviy qadriyatlarni transformatsiya qiladi, yangi ijtimoiy ideallar va hayot modellarini taklif etadi.

Prakseologik daraja: Shakllangan media savodxonlik yoshlarning ijtimoiy faolligi, startaplari va raqamli iqtisodiyotdagi ishtirokida namoyon bo'ladi.

Tadqiqotning nazariy asoslarini ishlab chiqishda I.Ergashev singari mahalliy olimlarning jamiyat transformatsiyasi va ma'naviy yuksalish borasidagi ilmiy xulosalari umimlashtirildi [7].

Globalashuv sharoitida vizual tahdidlar va simulyakrlar muammosi

Zamonaviy g'arb ijtimoiy falsafasining yirik vakili Jan Bodriyyar o'zining "Simulyakrlar va simulyatsiya" nazariyasida raqamli jamiyatda haqiqat o'rnini soxta ramzlar va sun'iy obrazlar (simulyakrlar) egallashini isbotlagan edi [6]. Bugungi kunda ijtimoiy tarmoqlar (Instagram, TikTok, YouTube va h.k.) simulyakrlar ishlab chiqaruvchi eng yirik global sanoatga aylandi.

Ushbu virtual obrazlar yoshlar ongiga ta'sir etib, ularda hayotga nisbatan gedonistik (faqat lazzatlanishga intilish), iste'molchilik va xudbinlik psixologiyasini shakllantirmoqda. Buning natijasida real ijtimoiy hayotdan uzilish va shaxsning "virtual begonalashuvi" yuzaga keladi.

N	Mediamakondagi asosiy vizual tahdidlar	Ijtimoiy-psixologik oqibatlari	Falsafiy-mafkuraviy himoya vositasi
1	Simulyakrlar va soxta hayot modellari	Yoshlarda hayotga real baho bera olmaslik, depressiya va ijtimoiy loqaydlik.	Milliy madaniy kodlar va qadriyatlarni vizual jozibador kontentga aylantirish.
2	Klipli tafakkur (diqqat tarqoqligi)	Chuqur falsafiy mushohadadan mahrum bo'lish, kitob o'qishga bo'lgan qiziqishning pasayishi.	Ta'limda tizimli mantiqiy tahlilni kuchaytirish, mediasavodxonlik darslari.
3	Axborot manipulyatsiyasi (Feyklar)	Ijtimoiy va siyosiy beqarorlik, davlat va jamiyat institutlariga ishonchsizlik.	Fakcheking (axborotni tekshirish) madaniyatini va kritik fikrlashni rivojlantirish.

Bunday sharoitda falsafada "Vizual ekologiya" (Visual Ecology) tushunchasi strategik ahamiyat kasb etadi. Vizual ekologiya – inson atrofidagi axborot muhitining ma'naviy va estetik sofligini ta'minlash haqidagi ta'limdir. Yoshlarni virtual axborot chiqindilaridan himoya qilish

Yangi O'zbekistonning ma'naviy xavfsizlik strategiyasi tub mohiyatini tashkil etadi.

Media madaniyatni rivojlantirishning ijtimoiy-ma'naviy omillari

Yoshlarda yuksak media madaniyatni shakllantirish bir nechta ijtimoiy institutlarning tizimli faoliyatiga bog'liq bo'lib, ular quyidagi ijtimoiy-filozofik omillar orqali reallashadi:

Oilaviy omil va "Mediagigiena": Oilada ota-onalar va farzandlar o'rtasidagi raqamli muloqot madaniyati. Bolalikdan virtual makondan foydalanish vaqti va sifatini nazorat qilish orqali sog'lom axborot iste'moli ko'nikmasini yaratish.

Pedagogik-institutsional omil: Ta'lim tizimining barcha bosqichlarida raqamli gumanitarizm tamoyilini joriy etish. Bu degani, yoshlarga nafaqat texnologiyadan foydalanishni, balki undan insoniylik, ilm va ma'rifat tarqatish maqsadida foydalanishni o'rgatishdir [4].

Milliy kontent jozibadorligi omili: Ijtimoiy tarmoqlarda milliy tarix, falsafa va madaniyat kodlarini aks ettiruvchi, dunyo bozorida raqobatlasha oladigan yuqori sifatli mahalliy mediamahsulotlarni yaratish.

Nemis mumtoz falsafasining yirik vakili Immanuel Kant o'z vaqtida inson ichki axloqiy qonun va tashqi go'zallik uyg'unligidagina komillikka erishishini ta'kidlagan edi [9]. Raqamli asrda ushbu ichki axloqiy qonun aynan media madaniyat shaklida namoyon bo'lmoqda.

Oliy ta'lim tizimida media madaniyatni yuksaltirish strategiyasi: farg'ona davlat universiteti tajribasi. Farg'ona davlat universiteti Ijtimoiy fanlar kafedrasidan olib borilgan kuzatuvlar va pedagogik tajribalar shuni ko'rsatadiki, talaba-yoshlarga media savodxonlikni falsafiy-ijtimoiy fanlar bilan integratsiya qilgan holda o'qitish ularning kreativ va kritik tafakkurini keskin oshiradi [3, 5].

Universitet misolida talabalar o'rtasida axborot xavfsizligi va media madaniyatni oshirishning uch bosqichli konseptual loyihasi amaliyotga tatbiq etilmoqda:

Talabalar Media Madaniyati Modeli		
▼	▼	▼
[Kritik fikrlash]	[Media xavfsizlik]	[Ijodiy raqamli kontent]
(Fakcheking va feyk bilan kurashish)	(Vizual ekologiya va mafkuraviy himoya)	(Ilmiy, ma'rifiy va milliy blogerlik)

Ijtimoiy fanlar (falsafa, sotsiologiya, madaniyatshunoslik) darslarida talabalarga global tarmoqlardagi mafkuraviy kurashlarning falsafiy mohiyati, axborot urushlari va ulardan himoyalaniş usullari amaliy keyslar (case study) vositasida o'rgatilmoqda. Talabalar shunchaki axborot iste'molchisi emas, balki o'zlari ijtimoiy tarmoqlarda ilmiy-ma'rifiy va milliy qadriyatlarni targ'ib qiluvchi sifatli mediakontent yaratuvchilariga aylanmoqdalar [4, 11].

XULOSA

Yangi O'zbekistonda yoshlar media madaniyatini rivojlantirishning ijtimoiy-falsafiy omillarini tahlil qilish quyidagi muhim konseptual xulosalarga olib keladi:

Media madaniyat – ma'rifatli jamiyat ustuni: Raqamli davrda yoshlarning media madaniyatini yuksaltirmasdan turib Uchinchi Renessansning intellektual poydevorini yaratib bo'lmaydi. Yuksak media madaniyat yoshlarda soxta virtual dunyo va asl voqelikni ajratish imkonini beradi.

Strategik mafkuraviy qalqon: Milliy qadriyatlar va vizual ekologiya qonuniyatlari asosida shakllangan mediamadaniyat globallashuv asridagi mafkuraviy xurujlar va "ommaviy madaniyat" tahdidlariga qarshi eng samarali va vayron qilib bo'lmas ichki qalqondir.

Amaliy-tizimli tavsiyalar (Ijtimoiy-texnologik loyiha):

"Media va ijtimoiy falsafa" modulini joriy etish: Oliy ta'lim tizimida barcha bakalavriat yo'nalishlari uchun ijtimoiy-gumanitar fanlar tarkibida "Media falsafasi va axborot xavfsizligi" nomli maxsus amaliy modulni kiritish.

"Raqamli voizlik" va Milliy blogerlik maktabi: Oliy ta'lim muassasalari va Yoshlar ishlari agentligi hamkorligida yoshlar o'rtasida ilmiy, falsafiy, badiiy kontent yaratuvchi inflyuenserlar (blogerlar) tayyorlaydigan maxsus grant loyihalari va kovorking markazlarini tashkil etish.

"Vizual ekologiya nazorati" va faktcheking markazlari: Yoshlar o'rtasida kibermakondagi soxta xabarlar (feyklar) va destruktiv g'oyalarni tezkor aniqlab, ularga raddiya beruvchi va yoshlarning ijtimoiy ongini sog'lomlashtiruvchi talabalarning ko'ngilli "Digital Eko-Patrol" markazlarini tashkil etish.

Adabiyotlar

- [1]. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston strategiyasi. – Toshkent: "O'zbekiston" nashriyoti, 2021. – 464 b.
- [2]. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. Jild 1. – Toshkent: "O'zbekiston", 2017.
- [3]. A'zamjonov A.A. Tasviriy va amaliy san'at vositasida bo'lajak o'qituvchilarning estetik madaniyatini shakllantirish muammolari. // Farg'ona davlat universiteti ilmiy xabarlar. – Farg'ona, 2024. – №2. – B. 112-117.
- [4]. Mamatkadirov S.S. Globallashuv sharoitida yoshlar ijtimoiy ongiga axborot xurujlarining ta'siri va mediaimmunitet tushunchasi. // "Uchinchi Renessans: Muammo va yechimlar" respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Toshkent, 2025. – B. 88-93.
- [5]. A'zamjonov A.A. Farg'ona vodiysi xalq amaliy san'ati va uning falsafiy-estetik ildizlari. Monografiya. – Farg'ona: "Al-Farg'oni", 2025. – 180 b.
- [6]. Baudrillard J. Simulacres et Simulation. – Paris: Galilée, 1981. – 218 p.
- [7]. Ergashev I. Jamiyat transformatsiyasi va ma'naviy yuksalish. – Toshkent: "Akademiya", 2022. – 320 b.
- [8]. Forobiy Abu Nasr. Fozil odamlar shahri. – Toshkent: Abdulla Qodiriy nomidagi xalq merosi nashriyoti, 1993.
- [9]. Kant I. Kritik der Urtheilskraft (Mulohaza qobiliyatining tanqidi). – Berlin, 1790.
- [10]. Qodirov M.X. O'zbekiston xalq san'ati estetikasi va falsafasi. – Toshkent: "San'at", 2019. – 215 b.
- [11]. Read H. Education through Art. – London: Faber and Faber, 2010. – 350 p.
- [12]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini yanada rivojlantirish va yoshlarning intellektual salohiyatini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori. // Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi (www.lex.uz).

**MUHANDISLIK KOMPYUTER GRAFIKASI FANINI O'QITISHDA RAQAMLI
TEKNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH METODIKASI**

N.M. Madaminov

Farg'ona davlat texnika universiteti

Email: dilnod@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: ushbu maqolada muhandislik kompyuter grafikasi fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasi ilmiy-pedagogik jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda AutoCAD va boshqa grafik dasturlarning ta'lim jarayonidagi didaktik imkoniyatlari, talabalarning fazoviy tafakkuri, grafik savodxonligi hamda kasbiy kompetensiyasini rivojlantirishdagi o'rni yoritiladi. Maqolada raqamli ta'lim vositalari, elektron resurslar, interfaol metodlar va amaliy grafik topshiriqlarni uyg'unlashtirish masalalari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, muhandislik grafikasi mashg'ulotlarida nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash, talabalarning mustaqil ishlash ko'nikmalarini shakllantirish va baholash mezonlarini takomillashtirish yo'llari asoslanadi. Olingan natijalar raqamli texnologiyalar asosida muhandislik kompyuter grafikasi fanini samarali tashkil etishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: muhandislik kompyuter grafikasi, raqamli texnologiya, AutoCAD, CAD, grafik kompetentlik, fazoviy tafakkur, metodika, elektron ta'lim, loyiha asosida o'qitish, chizma geometriya, 2D chizma, 3D modellash, kasbiy kompetensiya, raqamli pedagogika.

KIRISH

Zamonaviy oliy ta'lim tizimida muhandislik kompyuter grafikasi fani texnik va badiiy-grafik tafakkurni birlashtiruvchi muhim o'quv sohasi sifatida namoyon bo'lmoqda. Raqamli transformatsiya jarayonlari sanoat, arxitektura, dizayn, qurilish va pedagogik ta'lim yo'nalishlarida loyihalash madaniyatini tubdan o'zgartirdi. Natijada talaba faqat chizmani qog'ozda bajaruvchi emas, balki uni raqamli muhitda yaratadigan, tahrirlaydigan, tahlil qiladigan va taqdim eta oladigan mutaxassis sifatida tayyorlanishi zarur bo'ldi [1].

Muhandislik kompyuter grafikasi fanida raqamli texnologiyalardan foydalanishning dolzarbligi bir necha omillar bilan belgilanadi. Birinchidan, CAD tizimlari chizma bajarishda aniqlik, tezkorlik va standartlarga rioya etish imkoniyatini oshiradi. Ikkinchidan, 2D chizma va 3D modellash vositalari talabalarning fazoviy tasavvurini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Uchinchidan, elektron ta'lim muhitlari, video yo'riqnomalar, virtual laboratoriyalar va test platformalari mustaqil ta'limni samarali tashkil etishga yordam beradi [7].

Mavjud amaliyot shuni ko'rsatadiki, raqamli dasturlarni o'qitish ko'pincha buyruqlar ketma-ketligini yodlatish darajasida qolib ketadi. Bunday yondashuv talabani loyihaviy fikrlashi, grafik muammoni tahlil qilishi va kasbiy vaziyatlarda mustaqil yechim topish qobiliyatini yetarli darajada rivojlantirmaydi. Shuning uchun raqamli texnologiyalarni qo'llash metodikasi an'anaviy chizmachilik, chizma geometriya, kompozitsion tafakkur va amaliy loyiha faoliyati bilan uzviy bog'lanishi zarur [4].

Tadqiqotning maqsadi — muhandislik kompyuter grafikasi fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasini ilmiy jihatdan asoslash, uning didaktik imkoniyatlarini aniqlash va amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat: raqamli grafik texnologiyalarning pedagogik mohiyatini aniqlash; AutoCAD va CAD muhitlarining o'quv jarayonidagi imkoniyatlarini tahlil qilish; amaliy topshiriqlar tizimini takomillashtirish; talabalarning grafik kompetentligini baholash mezonlarini ishlab chiqish; xalqaro tajriba bilan qiyoslash asosida metodik xulosalar chiqarish.

MATERIALLAR VA USULLAR

1. Tadqiqotning metodologik asoslari

Tadqiqotning metodologik asosini kompetensiyaviy, tizimli, integrativ, konstruktivistik va amaliy-faoliyatga yo'naltirilgan yondashuvlar tashkil etadi. Kompetensiyaviy yondashuv talabani nazariy bilimlarini real grafik vazifalarni bajarish bilan bog'laydi. Bunda talaba chizma standartlarini bilish, koordinatalar tizimida ishlash, qatlamlardan foydalanish, o'lcham qo'yish, detalni modellashtirish va natijani hujjatlashtirish kabi kompetensiyalarni egallaydi [5].

Tizimli yondashuv fan mazmuni, dasturiy vositalar, o'quv topshiriqlari, nazorat shakllari va baholash mezonlarini yagona pedagogik tizim sifatida qarashga imkon beradi. Integrativ yondashuv esa muhandislik kompyuter grafikasi fanini chizma geometriya, tasviriy san'at, dizayn, arxitektura va texnologik ta'lim bilan bog'laydi. Konstruktivistik yondashuvga ko'ra, talaba bilimni tayyor ko'rinishda qabul qilmaydi, balki raqamli grafik faoliyat jarayonida uni mustaqil quradi va amaliy tajriba bilan mustahkamlaydi [9].

2. Tadqiqot usullari

Maqolada nazariy tahlil, pedagogik kuzatish, qiyosiy tahlil, modellashtirish, kontent-tahlil va amaliy topshiriqlarni ekspert baholash usullaridan foydalanildi. Nazariy tahlil orqali muhandislik grafikasi, kompyuter grafikasi, raqamli pedagogika va CAD texnologiyalariga oid adabiyotlar o'rganildi. Qiyosiy tahlil an'anaviy chizmachilik mashg'ulotlari bilan raqamli grafik mashg'ulotlarning afzallik va cheklovlarini aniqlashga xizmat qildi.

1-jadval. Tadqiqotda qo'llanilgan usullar

№	Usul nomi	Qo'llanish maqsadi
1	Nazariy tahlil	Raqamli pedagogika va CAD texnologiyalarining ilmiy asoslarini o'rganish
2	Qiyosiy tahlil	An'anaviy va raqamli grafik ta'lim yondashuvlarini solishtirish
3	Pedagogik kuzatish	Talabalarning amaliy grafik faoliyatidagi qiyinchiliklarni aniqlash
4	Modellashtirish	Raqamli texnologiyalardan foydalanish metodik modelini ishlab chiqish
5	Kontent-tahlil	O'quv dasturlari, topshiriqlar va elektron resurslarni tahlil qilish
6	Ekspert baholash	Chizmalar sifatini grafik aniqlik va standartga moslik asosida baholash

3. Manbalar va materiallar bazasi

Tadqiqotning manbalar bazasini muhandislik grafikasi, chizma geometriya, kompyuter grafikasi, raqamli pedagogika, CAD texnologiyalari va multimediamiy ta'limga oid ilmiy-metodik adabiyotlar tashkil etdi. Shuningdek, AutoCAD dasturida 2D chizma bajarish, obyektlarni

tahrirlash, qatlamlar bilan ishlash, bloklar yaratish, annotatsiya qo'yish va 3D modellashtirish bo'yicha metodik materiallar tahlil qilindi [1].

Materiallar bazasiga amaliy mashg'ulotlar uchun tuzilgan geometrik masalalar, detal chizmalari, proyeksion topshiriqlar, oddiy va murakkab shaklli obyektlar, elektron slaydlar, video yo'riqnomalar, test savollari hamda baholash rubrikalari kiritildi. Ushbu materiallar talabani darsdagi faoliyati bilan mustaqil ta'limini bog'lash, o'qituvchiga esa individual yondashuvni amalga oshirish imkonini beradi.

4. Tadqiqot bosqichlari

Tadqiqot uch bosqichda tashkil etildi. Birinchi bosqichda fan mazmuni, o'quv dasturlari, mavjud amaliy topshiriqlar va talabalarning dastlabki grafik tayyorgarligi tahlil qilindi. Bu bosqichda kompyuter savodxonligi, koordinatalar tizimini tushunish, chizma standartlarini qo'llash va raqamli buyruqlarni bajarish darajasi o'rganildi.

Ikkinchi bosqichda raqamli texnologiyalar asosida mashg'ulotlar tizimi loyihalashtirildi. Har bir mavzu nazariy tushuntirish, dasturiy ko'rsatma, amaliy bajarish, mustaqil topshiriq va nazorat savollaridan iborat ketma-ketlikda tashkil etildi. Uchinchi bosqichda talabalarning bajarilgan ishlari grafik aniqlik, texnik tozalik, ijodiy yondashuv va raqamli hujjatlashtirish sifatiga ko'ra tahlil qilindi.

5. Tahlil mezonlari

Tadqiqotda talabalarning o'zlashtirish darajasi grafik, texnologik, fazoviy, metodik va ijodiy mezonlar asosida baholandi. Mazkur mezonlar talabani faqat dastur buyruqlarini bajarish tezligini emas, balki chizmaning mazmunini anglash, grafik vazifani tahlil qilish va natijani standart talablariga mos rasmiylashtirish qobiliyatini aniqlashga xizmat qiladi.

2-jadval. Raqamli grafik faoliyatni tahlil qilish mezonlari

Mezon	Tavsifi
Grafik aniqlik	Chizma o'lchamlari, nisbatlari va standartlarga mosligini baholash
Texnologik ko'nikma	AutoCAD buyruqlari, qatlamlar, bloklar va annotatsiyalardan to'g'ri foydalanish
Fazoviy tafakkur	2D chizmadan 3D tasavvur hosil qilish va modelni proyeksiyalash
Mustaqillik	Topshiriqni o'qituvchi ko'magisiz bajarish va xatolarni tuzatish qobiliyati
Ijodiy yondashuv	Grafik yechimda estetik, konstruktiv va loyihaviy fikrlashni namoyon etish

6. Tadqiqotning cheklovlari

Tadqiqotda ayrim cheklovlar mavjud. Avvalo, talabalarning kompyuter savodxonligi bir xil emasligi mashg'ulotlar sur'atiga ta'sir ko'rsatadi. Ikkinchidan, kompyuter xonalari, litsenziyalangan dasturlar, texnik jihozlar va internet imkoniyatlari yetarli bo'lmagan holatlarda raqamli metodikani to'liq joriy etish qiyinlashadi. Uchinchidan, o'qituvchi raqamli dasturlarni bilishi bilan birga ularni pedagogik maqsadga muvofiq qo'llay olishi zarur.

Yana bir cheklov shundaki, raqamli texnologiyalarni noto'g'ri tashkil etish fanni faqat texnik buyruqlar majmuasiga aylantirishi mumkin. Shu bois metodikada chizmachilikning nazariy asoslari, geometrik tahlil, grafik standartlar va kasbiy loyiha faoliyati birgalikda olib borilishi shart.

NATIJARLAR VA MUHOKAMA

1. Raqamli texnologiyalarning falsafiy-madaniy va didaktik tahlili

Muhandislik kompyuter grafikasi inson tafakkuridagi geometrik tasavvurni raqamli shaklda ifodalash vositasidir. An'anaviy chizma madaniyati asrlar davomida texnik fikrni vizual ifodalashning asosiy shakli bo'lib kelgan bo'lsa, bugungi kunda raqamli texnologiyalar ushbu jarayonni interaktiv, qayta ishlanadigan va ko'p formatli ko'rinishga olib chiqdi. Bu holat grafik ta'limning mazmunini kengaytirib, uni faqat chizma bajarish emas, balki raqamli loyihalash madaniyati sifatida talqin qilishga asos yaratadi [3].

Didaktik jihatdan raqamli texnologiyalar ko'rgazmalilik, faollik, izchillik, amaliy yo'naltirilganlik va individuallashtirish tamoyillarini kuchaytiradi. Talaba obyektini bir vaqtning

o'zida chizma, model, kesim, o'lcham va vizual taqdimot shaklida ko'ra oladi. Bu esa murakkab fazoviy munosabatlarni tushunishni yengillashtiradi, xatoni tez aniqlash va tuzatish imkonini beradi [7].

2. Muhandislik grafikasi ta'limida raqamli texnologiyalarning o'rni

Tadqiqot natijalari raqamli texnologiyalarning muhandislik grafikasi ta'limida uch asosiy vazifani bajarishini ko'rsatdi. Birinchi vazifa — o'quv-bilish jarayonini faollashtirish. Dasturiy muhitda chizmani bajarish talabaniing diqqatini faqat chiziqli chizishga emas, balki obyekt tuzilishini tushunishga, o'lchamlar orasidagi bog'liqlikni aniqlashga va konstruktiv mantiqni anglashga yo'naltiradi.

Ikkinchi vazifa — kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish. CAD dasturlari orqali talaba real ishlab chiqarish, arxitektura yoki dizayn jarayonlarida qo'llaniladigan grafik hujjatlar bilan ishlashni o'rganadi. Uchinchi vazifa — mustaqil ta'limni kuchaytirish. Elektron topshiriqlar, videodarslar va onlayn nazorat vositalari talabaniing darsdan tashqari faoliyatini tizimlashtiradi [8].

3. O'zbekistonda muhandislik kompyuter grafikasi ta'limining rivojlanish bosqichlari

O'zbekistonda muhandislik grafikasi ta'limi dastlab an'anaviy chizmachilik, chizma geometriya va texnik rasm asosida shakllandi. Keyingi bosqichda kompyuter texnologiyalarining ta'limga kirib kelishi natijasida grafik fanlar mazmuniga CAD dasturlari kiritila boshlandi. Dastlab bu jarayon kompyuterda oddiy 2D chizma bajarish bilan cheklangan bo'lsa, hozirgi davrda 3D modellashtirish, parametrik loyihalash, elektron portfoliolar va virtual taqdimotlar bilan boyimoqda.

Hozirgi bosqichda muhandislik kompyuter grafikasi fani bo'lajak o'qituvchi, dizayner, muhandis va texnologlar uchun kasbiy tayyorgarlikning muhim komponentiga aylandi. Ayniqsa, tasviriy san'at va muhandislik grafikasi yo'nalishlarida bu fan pedagogik mahorat, grafik madaniyat va raqamli kompetensiyani birlashtiruvchi integrativ maydon vazifasini bajaradi.

4. Jamoatchilik va kasbiy ongga ta'sir mexanizmlari

Raqamli grafik texnologiyalar nafaqat ta'lim jarayoniga, balki jamiyatdagi vizual savodxonlik va loyihaviy fikrlash madaniyatiga ham ta'sir ko'rsatadi. Bugungi shaharsozlik, dizayn, qurilish va ishlab chiqarish loyihalari avvalo raqamli chizmalar, 3D modellar va vizual taqdimotlar orqali muhokama qilinadi. Shu ma'noda muhandislik kompyuter grafikasi jamiyatda texnik axborotni tushunish, baholash va izohlash madaniyatini shakllantiradi.

Kasbiy ongga ta'sir mexanizmi esa chizma va modelni universal muloqot vositasi sifatida anglash bilan bog'liq. Talaba raqamli grafik hujjat orqali o'z fikrini aniq, ixcham va standartlarga mos tarzda ifoda etadi. Bu jarayon uning mas'uliyatini, texnik madaniyatini va kasbiy kommunikatsiya qobiliyatini oshiradi [4].

5. Xalqaro tajriba bilan taqqoslash

Xalqaro tajribada muhandislik kompyuter grafikasi ko'pincha CAD/CAM/CAE tizimlari, BIM texnologiyalari, 3D bosib chiqarish va virtual laboratoriyalar bilan integratsiyalashgan holda o'qitiladi. Rivojlangan ta'lim tizimlarida talabalar faqat dastur buyruqlarini o'rganmaydi, balki real muammo asosida loyiha ishlab chiqadi, model yaratadi, natijani sinovdan o'tkazadi va jamoaviy taqdimot qiladi [6].

Bu tajriba O'zbekiston oliy ta'limi uchun ham muhim metodik xulosalarni beradi. Birinchidan, amaliy topshiriqlar real kasbiy vaziyatlarga yaqinlashtirilishi kerak. Ikkinchidan, 2D va 3D grafik faoliyat o'zaro bog'liq holda tashkil etilishi zarur. Uchinchidan, baholashda tayyor natija bilan birga talabaniing loyiha jarayonidagi mustaqilligi, tahliliy fikrlashi va ijodiy yechimi ham e'tiborga olinishi lozim.

6. Muhokama

Muhandislik kompyuter grafikasi fanini raqamli texnologiyalar asosida o'qitish bo'yicha tahlillar shuni ko'rsatadiki, metodikaning samaradorligi dastur tanlashdan ko'ra ko'proq pedagogik loyihalash sifatiga bog'liq. Agar o'qituvchi AutoCAD buyruqlarini mavzu maqsadi, chizma geometriya qoidalari, amaliy topshiriq va baholash mezonlari bilan bog'lay olsa, raqamli texnologiya haqiqiy ta'lim vositasiga aylanadi.

Maqbul metodika quyidagi ketma-ketlikka asoslanishi kerak: muammo qo'yish, geometrik tahlil, raqamli bajarish algoritmi, mustaqil amaliy ish, natijani tekshirish va refleksiya. Bunday

yondashuv talabani grafik savodxonligini, fazoviy tafakkurini va kasbiy-ijodiy kompetentligini rivojlantiradi. Shu bilan birga, raqamli texnologiyalar an'anaviy chizmachilikni inkor etmaydi, aksincha uning nazariy asoslarini amaliy va zamonaviy shaklda qo'llash imkonini beradi [10].

Raqamli metodikani joriy etishda bosqichlilik alohida ahamiyatga ega. Dastlab talabalarga interfeys, koordinatalar, asosiy chizish va tahrirlash buyruqlari o'rgatiladi; keyingi bosqichda chizma standartlari, o'lcham qo'yish, qatlamlar va bloklar tizimi qo'llaniladi; yakuniy bosqichda esa murakkab detal, yig'ma chizma yoki oddiy loyiha modellarini bajarish tavsiya etiladi. Bunday ketma-ketlik talabani ortiqcha axborot yuklamasiga tushib qolishining oldini oladi va har bir yangi ko'nikmani oldingi bilimlar bilan bog'lash imkonini beradi.

Elektron portfolio yuritish ham muhandislik kompyuter grafikasi fanida muhim metodik vosita hisoblanadi. Har bir talaba bajarilgan 2D chizmalar, 3D modellar, mustaqil ishlar, xatolar tahlili va yakuniy loyihalarini alohida papka yoki bulutli platformada jamlab boradi. Bu o'qituvchiga o'sish dinamikasini kuzatish, talabaga esa o'z natijalarini taqqoslash va kamchiliklarini anglash imkonini beradi. Portfolio yondashuvi baholashni faqat yakuniy nazorat bilan cheklamay, jarayon davomida rivojlanishni kuzatishga yo'naltiradi [8].

O'qituvchining roli ham mazkur jarayonda o'zgaradi. U faqat dastur buyruqlarini ko'rsatuvchi instruktor emas, balki grafik muammoni qo'yuvchi, yechim strategiyasini yo'naltiruvchi, talabani mustaqil fikrlashini qo'llab-quvvatlovchi metodik rahbar sifatida faoliyat yuritadi. Shu sababli o'qituvchi chizma geometriya, muhandislik grafikasi va CAD texnologiyalarini birgalikda tushuntira olishi, mavzuni nazariy-amaliy izchillikda tashkil etishi zarur.

Raqamli texnologiyalarni samarali qo'llashda refleksiya bosqichi ham muhimdir. Talaba chizmani yakunlagandan so'ng, qanday buyruqlardan foydalangani, qaysi joyda xatoga yo'l qo'ygani, obyektning fazoviy tuzilishini qanday anglagani va kelgusida qanday takomillashtirish mumkinligini izohlaydi. Bu jarayon grafik faoliyatni ongli, tahliliy va kasbiy mazmunli qiladi. Natijada talaba nafaqat chizma bajaradi, balki o'z grafik harakatlarini ilmiy-metodik jihatdan asoslashga o'rganadi.

Shuningdek, raqamli grafik ta'limda differensial yondashuvni qo'llash talab etiladi. Dastlabki tayyorgarligi past bo'lgan talabalar uchun algoritmik yo'riqnoma, tayyor namuna va qisqa videodarslar berilishi mumkin; ilg'or talabalar uchun esa parametrik chizma, murakkab konstruktiv model yoki kichik loyiha topshiriqlari taklif etiladi. Bunday yondashuv barcha talabalarni bir xil natijaga majburlamasdan, ularning individual rivojlanish trayektoriyasini ta'minlaydi.

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etishda topshiriqlar tizimi oddiydan murakkabga, reproduktiv bajarishdan ijodiy loyihalashga qarab rivojlanishi lozim. Masalan, dastlab talaba to'g'ri chiziq, aylana, yoy, kesma va oddiy geometrik shakllarni bajaradi; keyin detalning proyeksiyalarini tuzadi; yakunida esa shu detalning uch o'lchamli modelini yaratib, undan zarur ko'rinish va kesimlarni oladi. Bu tizim nazariya bilan amaliyot o'rtasidagi uzviylikni kuchaytiradi.

Metodik jihatdan muhim masalalardan yana biri xatolar bilan ishlash madaniyatidir. Raqamli muhitda xatoni tez tuzatish imkoniyati mavjud bo'lsa-da, talaba uning sababini tushunmasa, ko'nikma barqaror shakllanmaydi. Shu bois o'qituvchi xatolarni faqat kamchilik sifatida emas, balki o'quv-tahliliy vaziyat sifatida ko'rib, noto'g'ri koordinata tanlash, qatlamni adashtirish, o'lchamni noto'g'ri qo'yish yoki proyeksion bog'lanishni buzish sabablarini muhokama qilishi kerak.

Umuman olganda, raqamli texnologiyalar asosidagi metodika talabalarning grafik faoliyatini nazorat qilinadigan, tahlil qilinadigan va rivojlantiriladigan jarayonga aylantiradi. Bunda har bir topshiriq aniq maqsadga, bajarish algoritmgiga, baholash mezoniga va refleksiya savollariga ega bo'lishi zarur. Ana shundagina muhandislik kompyuter grafikasi fani zamonaviy kasbiy ta'lim talablariga mos, amaliy natija beruvchi va ijodiy fikrlashni rivojlantiruvchi o'quv kursi sifatida shakllanadi.

Shu nuqtai nazardan, raqamli texnologiyalarni joriy etish faqat kompyuter xonasining mavjudligi bilan belgilanmaydi. Asosiy masala o'quv jarayonining metodik mazmunida, ya'ni qaysi mavzuda qaysi buyruq, qaysi model, qaysi nazorat shakli va qaysi mustaqil topshiriq qo'llanishini

oldindan loyihalashdadir. Rejalashtirish puxta bo'lsa, hatto oddiy grafik topshiriq ham talabaniy fazoviy fikrlashi va kasbiy mas'uliyatini rivojlantiradi.

Kelgusida muhandislik kompyuter grafikasi fanida sun'iy intellektga asoslangan yordamchi vositalar, avtomatik tekshiruv tizimlari va bulutli hamkorlik platformalaridan foydalanish imkoniyatlari kengayadi. Biroq bunday vositalar o'qituvchi metodikasini almashtirmaydi, balki uni boyitadi. Demak, raqamli ta'limning markazida baribir pedagogik maqsad, talabaniy faol o'quv harakati va ilmiy asoslangan grafik topshiriq turishi zarur.

Mazkur yondashuvning amaliy qiymati shundaki, u muhandislik kompyuter grafikasi fanini talaba uchun abstrakt dasturiy mashqlar majmuasi emas, balki real kasbiy faoliyatga tayyorlovchi, ijodiy yechim topishga undovchi va grafik madaniyatni shakllantiruvchi pedagogik tizimga aylantiradi.

Bu esa ta'lim sifati, kasbiy tayyorgarlik va raqamli ijodkorlikning uzviy birligini ta'minlaydi.

Shu bois mazkur metodika amaliyotga tizimli tatbiq etilishi maqsadga muvofiqdir.

XULOSA

O'tkazilgan ilmiy-metodik tahlil muhandislik kompyuter grafikasi fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshirish, talabalarning fazoviy tafakkurini rivojlantirish va kasbiy grafik kompetensiyalarni shakllantirishda muhim vosita ekanligini ko'rsatdi. Raqamli texnologiyalar chizma bajarish jarayonini tezlashtirish bilan cheklanmaydi; ular talabaniy obyektini tahlil qilish, konstruktiv bog'liqliklarni anglash, loyihalash va natijani taqdim etish qobiliyatini rivojlantiradi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, samarali metodika kompetensiyaviy, tizimli va amaliy-faoliyatga yo'naltirilgan yondashuvlarga asoslanishi lozim. Har bir mavzu nazariy tushuntirish, algoritmik ko'rsatma, raqamli amaliyot, mustaqil topshiriq, tahlil va baholash bosqichlari orqali tashkil etilganda o'quv natijasi ancha barqaror bo'ladi. Baholashda grafik aniqlik, texnologik ko'nikma, fazoviy tafakkur, mustaqillik va ijodiy yondashuv mezonlarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Xulosa qilib aytganda, muhandislik kompyuter grafikasi fanida raqamli texnologiyalarni joriy etish zamonaviy mutaxassis tayyorlashning zaruriy shartidir. Biroq bu jarayon texnik vositalarni oddiy qo'llash darajasida emas, balki ilmiy asoslangan metodika, elektron resurslar, real kasbiy topshiriqlar va izchil baholash tizimi bilan uyg'unlashgandagina kutilgan natijani beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Autodesk. (2024). AutoCAD User Guide. San Rafael: Autodesk Inc.
- [2]. Barfield, W. (2015). Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality. Boca Raton: CRC Press.
- [3]. Bimber, O., Raskar, R. (2005). Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds. Wellesley: A K Peters.
- [4]. Dym, C.L., Agogino, A.M., Eris, O., Frey, D.D., Leifer, L.J. (2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. Journal of Engineering Education, 94(1), 103–120.
- [5]. Jonassen, D.H. (2011). Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments. New York: Routledge.
- [6]. Kolarevic, B. (2003). Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing. London: Taylor & Francis.
- [7]. Mayer, R.E. (2021). Multimedia Learning. Cambridge: Cambridge University Press.
- [8]. OECD. (2021). OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots. Paris: OECD Publishing.
- [9]. UNESCO. (2023). Global Education Monitoring Report: Technology in Education. Paris: UNESCO.
- [10]. Валиев, А.Н. (2020). Чизма геометрия ва муҳандислик графикаси. Тошкент: Fan va texnologiya.

UNCONVENTIONAL METHODS FOR SOLVING CENTRAIN EXAMPLE PROBLEMS
IN MATHEMATICS

O.A. Maniyozov

Fergana State Technical University,

maniyozovo@gmail.com

(Received on April 20 th, 2026)

Annotatsiya: Mathematicians have such a transplant – “multiple instances in the same way than the balance when the balance in several different methods, I prefer one example is to say”. We also transplant in the case that the same applies to some unconventional methods to add actions to have made example. Examples of using this method is quick, easy and would be understandable for the young reader, that we will provide.

Key words: Traditional methods and unconventional methods, a short breeding formula, divide the to multiple multipliers.

Introduction. Example initially and then our traditional, unconventional method, we show the dimensions in the balance.

$$\frac{488 \cdot 475 - 462}{244 + 475 \cdot 243}$$

1-Example: select calculate.

Solve: (a traditional method)

$$\begin{aligned} \frac{488 \cdot 475 - 462}{244 + 475 \cdot 243} &= \frac{2 \cdot (244 \cdot 475 - 231)}{244 + 475 \cdot 243} = \frac{2 \cdot ((243+1) \cdot 475 - 231)}{244 + 475 \cdot 243} = \frac{2 \cdot (243 \cdot 475 + 475 - 231)}{244 + 475 \cdot 243} = \\ &= \frac{2 \cdot (243 \cdot 475 + 244)}{244 + 475 \cdot 243} = 2 \end{aligned} \quad \text{Javob : 2}$$

Solve: (the unconventional method). In this example, we saved only the number of the order of actions in case of solving birlar on the steps of the room do as well, that is as follows

$$\frac{488 \cdot 475 - 462}{244 + 475 \cdot 243} = \frac{8 \cdot 5 - 2}{4 + 5 \cdot 3} = \frac{40 - 2}{4 + 15} = \frac{38}{19} = 2 \quad \text{Javob : 2}$$

$$\frac{2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51}{6, 42 \cdot 5, 95 - 8, 88}$$

2 - Example: select calculate.

Solve: (a traditional method).

$$\begin{aligned} \frac{2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51}{6, 42 \cdot 5, 95 - 8, 88} &= \frac{2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51}{2 \cdot (3, 21 \cdot 5, 95 - 4, 44)} = \frac{2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51}{2 \cdot ((2, 21+1) \cdot 5, 95 - 4, 44)} = \\ &= \frac{2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51}{2 \cdot (2, 21 \cdot 5, 95 + 5, 95 - 4, 44)} = \frac{2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51}{2 \cdot (2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51)} = \frac{1}{2} \end{aligned} \quad \text{Javob : } \frac{1}{2}$$

Solve: (unconventional method). Also in this example the 1-accomplished in the example, we will use unconventional method, i.e.

$$\frac{2, 21 \cdot 5, 95 + 1, 51}{6, 42 \cdot 5, 95 - 8, 88} = \frac{2 \cdot 5 + 1}{6 \cdot 5 - 8} = \frac{10 + 1}{30 - 8} = \frac{11}{22} = \frac{1}{2} \quad \text{Javob : } \frac{1}{2}$$

3-Example: $(x-y)^3 - (z-y)^3 + (z-x)^3$ to multiple multipliers. the divide.

Solve: (a traditional method). This is our example of solving two optional qo'shiluvchi

$a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2)$ breeding formula with the help of the short spread out, we'll work out the general multiplicative additive third from the bracket, that is

$$\begin{aligned}
 & (x-y)^3 - (z-y)^3 + (z-x)^3 \\
 & [(x-y) - (z-y)][(x-y)^2 + (x-y)(z-y) + (z-y)^2] + (z-x)^3 \\
 & (x-z)[(x-y)^2 + (x-y)(z-y) + (z-y)^2] + (z-x)^3 \\
 & -(z-x)[(x-y)^2 + (x-y)(z-y) + (z-y)^2 - (z-x)^2] \\
 & -(z-y)[(x-y)(x-y+z-y) + (z-y-z+x)(z-y+z-x)] \\
 & -(z-y)[(x-y)(x-2y+z) + (x-y)(2z-y-x)] \\
 & -(z-x)[(x-y)(x-2y+z+2z-y-x)] \\
 & -(z-x)(x-y)(3z-3y) \\
 & -3(z-x)(x-y)(z-y) \quad \text{Javob : } -3(z-x)(x-y)(z-y)
 \end{aligned}$$

Solve: (unconventional method). Unconventional our method to this example, the first causing it to himself as similar to the second and third joiner $(a \pm b)^3 = (a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3)$ we will use the short breeding formula.

$$\begin{aligned}
 & (x-y)^3 - (z-y)^3 + (z-x)^3 \\
 & (x-y)^3 = (x-z+z-y)^3 = [(x-z) + (z-y)]^3 = \\
 & = (x-z)^3 + 3(x-z)^2(z-y) + 3(x-z)(z-y)^2 + (z-y)^3. \\
 & \underline{(x-z)^3} + 3(x-z)^2(z-y) + 3(x-z)(z-y)^2 + \underline{(z-y)^3} - \underline{(z-y)^3} + \underline{(x-z)^3} \\
 & 3(z-x)^2(z-y) + 3(x-z)(z-y)^2 = 3(z-x)(z-y)[x-z+z-y] \\
 & 3(z-x)(z-y)(x-y) \\
 & -3(x-z)(z-y)(x-y) \quad \text{Javob : } -3(z-x)(x-y)(z-y)
 \end{aligned}$$

Result: The result that can be seen from the information we have presented to you is that there is a need for new thinking in mathematics, in line with the current views, to speed up time and implement simplicity. Enriching mathematics with new views Using such unconventional methods to enhance the cognitive interest of mathematics among youths and ensure that we hope to achieve in mathematics and science.

Conclusion: Solving mathematical problems in unconventional ways for students and teachers broadens the scope of thinking, develops a creative approach, and helps to understand the essence of the problem more deeply. Such methods visualization, analogies, the extreme principle, the use of invariants and symmetry, inverse thinking, or the probabilistic approach often provide an opening to problems that cannot be solved with simple formulas. As a result of using an unconventional method, simple solutions are often discovered or new generalizations of the problem are identified. In practice, such methods encourage you to look at the problem from different angles, identify logical connections through pictures and diagrams, and analyze the structure instead of calculating. At the same time, in unconventional approaches, reliable logical verification and comparison with the traditional method are important in some cases, intuitive solutions may not be complete. Discussing problems with a group, trying to solve them in different ways, and writing down the results accelerates the creative process. In short, unconventional methods enrich mathematical thinking and open up important new ideas.

References

- [1]. Daliyev, B., & Maniyozov, O. A. (2023, November). Abelning chiziqli umumlashgan integral tenglamasini yechish uchun optimal algorithm. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [2]. Маниёзов, О. (2023, October). Применение преобразования фурье при решении краевой задачи для нелинейного уравнения гиперболического типа. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".

- [3]. Nasriddinov, O., Abdullayev, J., Jo'rayeva, D., Botirova, N., Maniyozov, O., & Isomiddinova, O. (2024, November). In biology, solving a problem coming to a differential equation in the maple program. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 04006). EDP Sciences.
- [4]. Azatboyevich, M. O. (2024). Navier-Stokes tenglamasini klassik hamda klassik bo 'Imagan yechimlarini va uning oziga xosligi. Al-Farg'oniy avlodlari, (4), 38-44.
- [5]. Nasriddinov, O., Abdullayev, J., Jo'rayeva, D., Botirova, N., Maniyozov, O., & Isomiddinova, O. (2024). In biology, solving a problem coming to a differential equation in the maple program. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 04006). EDP Sciences.
- [6]. Маниёзов, О. А. (2023). Используйте алгоритм фурье для решения линейной задачи для нелинейного уравнения гиперболического типа. Imras, 6(6), 40-43.
- [7]. Maniyozov, O. A. (2022). Matematika ta'limida raqamli texnologiyalarning afzalliklari va kamchiliklari. Academic research in educational sciences, 3(10), 901-905.

USING ANALOGY COMPONENTS TO IDENTIFY LAWS AND CONCEPTS IN PROBABILITY THEORY AND ELEMENTS OF MATHEMATICAL STATISTICS

M.I. Saidov

Fergana State Technical University,
+99891-676-66-24, mansursaidov785@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-7479-1334>
(Received on April 20 th, 2026)

Abstract: *This scientific article explores how analogy components can be used to identify laws and concepts in probability theory and elements of mathematical statistics. The article describes the fundamental concepts and laws of probability theory and mathematical statistics, then demonstrates how analogy can be applied in these areas. Examples are provided of how these approaches are used in various practical fields - from economics to medicine and from finance to biology. The article also offers recommendations for future research, encouraging the development of new approaches and methodologies in these areas.*

Key words and concepts: *Probability theory, Mathematical statistics, Analogy, Laws and concepts, Practical application, Statistical inference, Sample analyses, Data analysis, Economics and finance, Medical statistics, History of probability theory, Mathematical modeling, Decision making, Risk assessment, Scientific research methodology.*

INTRODUCTION.

Probability theory and mathematical statistics are an integral part of modern science and technology. They play an important role in optimizing decision-making processes in various fields, from economics to medicine. Probability theory serves as a basic tool for assessing the probability of future events, while mathematical statistics helps us understand these events through the analysis of observations and data.

The concept of analogy. An analogy is a way of understanding or analyzing something or a process by comparing it to another thing or process. In scientific research, the analogy approach can be very effective in discovering new ideas and solutions. It helps to identify commonalities between concepts in different contexts, thereby suggesting new approaches to solving complex problems.

Purpose and significance of the article. This article is devoted to studying how elements of probability theory and mathematical statistics can be used to identify patterns and concepts using analog components. The aim of the article is to present practical approaches used in developing new concepts and methodologies using analogy in these areas. It is also expected that the article will add new perspectives to existing knowledge in the field and identify new directions for future research.

Statistical inference. One practical application of probability theory is to make statistical inferences. For example, based on the results of a particular experiment or observation, one can draw conclusions about the likely future events. Statistical inference techniques, including confidence intervals and hypothesis testing, play an important role in data analysis. These

techniques are used to determine the meaning of data using the basic concepts and laws of probability theory.

Probability theory and its laws, in turn, are closely related to mathematical statistics and data analysis. These two fields complement each other and are used together for a deeper analysis of data. Statistical methods built on the foundations of probability theory allow us to draw meaningful conclusions from large data sets.

This section is devoted to the study of the basic concepts and laws of probability theory, emphasizing its role and importance in mathematical statistics and applied scientific research. In the next section, we will consider the specific aspects and methods of mathematical statistics.

Mathematical statistics. Basic concepts and methods Mathematical statistics is a field concerned with the collection, analysis, and inference of data. It uses the conceptual foundations of probability theory and has a wide range of practical applications. One of the basic concepts is sampling, which is the selection of a small portion of a larger population and the study of its characteristics.

Sampling: $X_1, X_2, \dots, X_n$.

Here $X_1, X_2, \dots, X_n$ – sample observations.

Data analysis: Mathematical statistics can be used to perform various analyses. For example, concepts such as the sample mean and sample variance are used to assess the central tendency and spread of data.

Sample average:
$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Sample variance:
$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Examples of Data Analysis Let's look at a simple example of applying the basic methods of mathematical statistics. Suppose we want to analyze the exam results of students at a university. Our goal is to determine the mean and spread of the students' results.

1. Sampling: We select the exam results of 30 students as a sample from a group of students.

2. Calculate the sample average: Add each student's score and divide by the total number of students.

3. Calculate the sample variance: We calculate the difference of each result from the sample mean, square it, and then find the average of these.

Through this analysis, we can obtain information about the overall exam performance of our students, which is useful for assessing the quality of teaching and making improvements in necessary areas.

The study of these basic concepts and methods of mathematical statistics is essential for working with data and is widely used in scientific research. In the next section, we will consider how these concepts and methods can be combined with probability theory and analogy to create new approaches and methodologies.

4. Analogy and its application. Analogy is a method of comparing something or a process to another thing or process in order to understand or study it. In scientific research, this approach helps to develop new ideas and solve complex problems. Analogy allows us to apply existing knowledge and experience in different fields to new situations by finding similarities.

Practical examples of the application of analogy The use of analogy in the field of probability theory and mathematical statistics allows us to create new methods for analyzing various sets of data. For example, statistical methods used to study random processes in nature can be applied to analyze data in the fields of economics or finance. These comparisons help to open new concepts and expand existing knowledge.

Practical example: If we observe the population growth of various animal species in an

ecosystem, we can analyze this data using probability theory and mathematical statistics in ecological research. We can then apply similar analysis methods, for example, to forecast price changes of various investment products in the financial market. Due to the similarities between these two fields, concepts from one field can be successfully applied to the other.

New approaches and methodologies. Combining elements of probability theory and mathematical statistics through analogy helps researchers find new solutions to existing problems in various fields. For example, applying random processes studied in biology to solve problems in economics opens up new perspectives in creating new theoretical models and understanding real-world problems.

By using an analogy approach, we can learn from experiences in different fields and adapt this knowledge to new, uncertain environments, which stimulates the development of innovative solutions and insights.

Using elements of probability theory and mathematical statistics through analogy can be effective in generating new knowledge and solving problems in a variety of fields. In the next section, we will analyze the practical application of these concepts in more detail.

5. Practical Application Application in various fields. Probability theory and mathematical statistics have a wide range of practical applications. They are one of the main tools for improving decision-making processes in many fields, from economics to medicine, from engineering to the social sciences..

Applications in Economics: Probability theory and mathematical statistics play an important role in economics in assessing risks, analyzing investment performance, and forecasting market trends. For example, companies use these methods to estimate future profits and make investment decisions.

Medical applications: In medicine, probability theory and mathematical statistics are used to evaluate the effectiveness of new drugs, study the prevalence of diseases, and analyze the results of medical tests. These methods are very important, for example, in calculating the probability of the spread of a disease during epidemics.

New approaches.

New approaches and methodologies are being developed using probability theory and mathematical statistics, which creates new opportunities for solving problems in various fields.

New approaches in finance: In finance, new approaches created using probability theory and mathematical statistics are used, for example, in determining the price of securities and managing risks. These methods help investors manage their funds effectively.

Applications in Biology and Ecology: In biology and ecology, probability theory and mathematical statistics are used to study population dynamics, model various ecological processes, and assess the habitats of biological species. These approaches are very important in developing strategies for conserving biodiversity and protecting the environment.

This section has shown the practical applications of probability theory and mathematical statistics in various fields. These methods and approaches are one of the main tools for understanding the complex world and solving problems..

CONCLUSION

Results and their significance.

In this article, we have examined the basic concepts and laws of probability theory and mathematical statistics, as well as how these fields can be used to solve various scientific and practical problems. Using analogy, we have analyzed the importance of applying concepts from these fields to other fields, creating new approaches and methodologies.

Probability theory and mathematical statistics are widely used to improve decision-making processes, make forecasts, and create new knowledge. These fields play an important role in many fields, from economics to medicine, from finance to biology.

Recommendations for future research.

Future research could focus on the application of probability theory and mathematical statistics to new areas, including artificial intelligence and data analysis. These areas are rapidly

developing, and the application of these methodologies opens up opportunities for developing new solutions and approaches. Researchers can also work on developing new concepts and methods of probability theory and mathematical statistics that can be applied to new areas by analogy. This opens up new perspectives in solving complex problems and encourages the integration of scientific knowledge.

In conclusion, probability theory and mathematical statistics, their concepts and laws, and their applications by analogy, play an important role in scientific and practical fields. These fields will continue to be important in providing new discoveries and solutions in the future.

References

1. Daniel Golemaning "Emotsional intellect" (*Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*), "Bantam Books" nashriyoti, United States Amerika, 1995.
2. Stephen R. Covey "The 7 Habits of Highly Effective People: Powerful Lessons in Personal Change", "Free Press" nashriyoti, New York, United States Amerika, 1989
3. Inomjonovich, S.M. "Pedagogika fanini rivojlantrishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarning o'rni", O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar, 613-619 bet, 2024 y
4. Inomjonovich, S.M. "Raqamli ta'lim muhitida bo'lajak muhandislarning kasbiy kompetensiyalarini takomillashtirish", O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar, 673-681 bet, 2024 y
5. Inomjonovich, S.M. "Pedagogikada tarbiya tizimi takomillashtirish", O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar, 667-673 bet, 2024 y
6. Inomjonovich, Saidov Mansurjon "Methodology of pedagogical science", 54-tom, 544-548 bet, 2004
7. Inomjonovich, Saidov Mansurjon "The important role the student portfolio in the development of students' intellectual skills", 54-tom, 1164-1168 bet, 2024
8. Inomjonovich, S. M. Tartiblangan statistiklarda baholarni topish usullari. *Al-Farg'oniy avlodlari*, (4), 16-21, 2024 y.
9. Саидов, М. И. Центральная предельная теорема для статистик Фишера. *GOLDEN BRAIN*, 1(26), 159-164, 2023 y.
10. Tolipov Nodirjon; Saidov Mansurjon "Matematikani o'qitishning zamonaviy usullari", Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions", 2023

YARIM TIRKAMA YUK AVTOMOBILINING QUUVVATI VA FOYDALI ISH KOYFITSIYENTINI ORTTIRISH

A.O. Umarov

Farg'ona davlat texnika universiteti

fiz.umarov1953@mail.ru
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Jahonda transport vositalarining takomillashtirilgan rusumlarini yartilishi mamlakatimiz avtomobil sanoatiga sifatli, mehnat unumdorligi yuqori, yoqilg'i tejamkor yuk mashinalarini ishlab chiqarish talabini qo'ydi.

Qamchiq davoning A – 373 "Kamchiq – Davon" avtomobil yo'lida yuklarni tashislayotganda yoqilg'i sarfining keskin oshishi, tovarlarni tashish tannarxining ko'tarilishiga hamda o'z vaqtida yetib bormasligiga, ekspot salohiyatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Ushbu muammolarni yechish, avtomobilga qo'shimcha quvvat beruvchi mexanizmlar yaratish natijasida amalga oshirildi. Maqolada yarim tirkama yuk avtomobillarining quvvatini va foydali ish ko'rsatishini orttirish haqida yoritilgan.

Kalit so'zlar: yuk avtomobili, yarim tirkama, elektrodvigatel, quvvatni taqsimlovchi diffirensial, inverter, harakatga keltiruvchi ko'priq, asinxron dvigateli.

KIRISH. Birinchi bug' mashinasi XVIII asrda Fransiyada yaratilgan. U kolbasimon metal suvli idish bo'lib tort g'ildirakli arava ustiga mahkamlangan va idish tagiga qattiq holatdagi yoqilg'i yoqilganda bug'ning chiqishi natijasida hosil bo'lgan reaktiv harakati sababli harakatlangan.

1763 yilda I.I.Polzunov krivoship – shatun mexanizimli bug' mashinasining loyihasini ishlabchiqdi. 1774 - yilda Jems. Uatt universal dvigatelni yaratdi va u XIX asr oxirigacha [sanoat](#) va

transportda yagona dvigatel sifatida qo'llanildi.

Issiqlik dvigatellarini rivojlantirish tadqiqot ishlari natijasi fabrika va zavodlar, elektr stansiyalari, parovoz, kemasozlik, qishloq xo'jaligi va mahalliy sanoat ehtiyojlari uchun zarur bo'lgan statsionar bug' mashinasini yaratishga olib keldi, hozirgi kungacha tarixiy manbalar sifatida saqlanib kelmoqda. Bu dvigatelning tortish karakteristikasi yaxshi, ortiqcha bosim va reverslashga moslashuvchan, puxta va oddiy tuzilgan.

Ushbu mashinaning quvvati 15 MVt gacha, foydali ish ko'fitsiyenti 25% ga yetdi, kamchiligi yoqilg'i sarfining haddan ziyod ko'pligi, iqtisodiy samaradorligining pastligi va quvvatining cheklanganligidir [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI. XXI asrning 60 – yillariga kelib avtomobil transporti sohasi tez rivojlandi. Dunyoning rivojlangan mamlakatlari; Germaniya, AQSH, Yaponiya, Xitoy, Janubiy Koreya, Sobiq SSSR mamlakatlarida avtomobil sanoatining rivojlanishi shular jumlasidandir. Masalan; Rossiya Gorkiy nomli avtozavodida "GAZ – 51", Moskva shahridagi avtozavodda "Mochkvich – 400", "Pobeda", Zaparojets shahrida "Zaparojets", Kamskiy avtozavodida "Kamaz" Belorussiyaning Minsk shahrida "MAZ" rusumli avtomobillar ishlab chiqarila boshlandi. O'zbekiston mustaqillikka erishgandan so'ng 1995 – yilda Asaka shahrining qishloq xo'jalik transporti - "pritsep" ishlab chiqaradigan zavodi "DEU" kompaniyasi tomonidan qayta jihozlanib yengil avtomobil ishlab chiqarishga moslashtirildi va bir yildan so'ng ishlab chiqarish amalga oshirilib hozirgi kungacha raqobatbardosh turli rusumli yengil avtomobillar ishlab chiqarib faoliyat ko'rsatib kelayapti. Samarqand va Jomboy shaharlarida yuk mashinalari ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi.

Avtomonbil sanoatiga transport ishlab chiqarishda qo'yilgan asosiy talablardan biri kam yoqilg'i sarfiga ega bo'lgan hamda foydali ish ko'fitsiyentini yuqori bo'lgan mashinalar ishlab chiqarishdir.

Toshkent viloyati bilan Farg'ona vodiysini bog'lovchi Qamchiq davoni avtomobil yo'lida yuk avtomobillarining yoqilg'i sarfi yuklangan holatda 5 marotaba ortib ketayaotgani sababli, ushbu jarayon atmocferani me'yoridan ko'p ifloslantirib, ehtiyot qismlarining ishlas umrini qisqartirilishi sir emas, ishlab chiqarilgan mahsulotlarining tan narxini orttishi va ularni yetkazish muddatining uzayib ketishi, iqtisodiy samaradorlikka salbiy ta'sir tasir korsatishi, transport qatnov zichligini orttishi hozirgi kunning muammolaridan biridir.

METADOLOGIYASI. Yuqorida keltirilgan muammolarni avtomobilning quvvatini va foydali ish ko'fitsiyentining orttirish bilan yechiladi, lekin bajaradigan ishga nisbatan quvvatli dvigatelning quvvati haddan tashqari orttirilsa tekis gorizontallik yo'llarda yoqilg'i sarfi keskin ortib ketadi. Shuning uchun to'la yuklangan holatda va vaznini hisobga olib yarim tirkamali yuk avtomobillarida quvvati 430 ot kuchiga ega bo'lgan ichki yonuv dvigatellaridan foydalaniladi. Nazariy mexanika fanida quvvatning texnik o'lchovi birligi 1 ot kuchi hisoblanib, uning qiymati 735,59 Vtga teng. Yarim tirkama avtomobillari dvigatellarining quvvati 430 ot kuchiga, 320 kVtga ega bo'lib, yuqorida keltirilgan avtomobillar davon orqali maksimal yulangan holatda harakatlanganda (yani yuki bilan uzatmalar qutisining birinchi yoki ikkinchi bosqichida harakatlanishi natijasida) besh barobar ko'p yoqilg'i sarflaydi. Bunday sarf xarajatlar yukning tashish tannarxini qimmatlashishiga, ekalogiyaning ifloslanishiga, yukning o'z vaqtida yetib bormasligiga, yuk avtomobili dvigatelining (ishlash soati) muddatiga yetmasdan ta'mirlashga sabab bo'laypti[4].

NATIJALAR. Yuqoridagi muammo "Qo'shimcha quvvat beruvchi mexanizm" (berilgan nomi) yaratilib yuk avtomobilining yarim tirkama yukxonasi ostiga o'rnatildi va Qamchiq davonining A – 373 yo'llarida tajriba - sinovidan o'tkazilib yaxshi natijaga erishildi. Bu mexanik qurilma elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi asinxron dvigatelidan, harakatni yumshoq uzatuvchi muftali maxovikdan, avtomatik ishlaydigan uzatmalar qutisidan va MAN CLA 4x2 rusumli avtomobilning quvvatini taqsimlovchi difrensialga ega bo'lgan ko'prikdan yig'lgan va ushbu qurilma 30 ot kuchi (1 ot kuch = 735,59 vt), yani 22 kVt quvvatga ega bo'lib avtomobilga o'rnatilgan, davonga chiqisgda ishga tushirilishi uning qo'shimcha quvvatdan foydalanildi, yoqilg'i sarfi 7% ga kamaydi quvvati 30 o.kuchiga ortdi.

Bu mexanizm 22 kVt va 3000 ayl/min asinxron dvigateli ko‘prik differensialiga (25 kVt quvvatga ega bo‘lgan) akkumliyatorlar batareyasidan energiyani olib avtomobilga qo‘shimcha quvvat berishi natijasida erishildi.

Yuqorida keltirilgan mexanizmning elektr zanjirini tuzishda o‘tkazgichlarning diametrini “Ishlab chiqarish korxonasida elektr quvvatini hisobga olgan holda o‘tkazgichning diametrini hisoblash” elektron dasturidan foydalanib hisoblanildi (1 – rasmga qarang).


 CalculateApp
 (2).exe

1 – rasm. Quvvatni hisobga olib o‘tkazgichning diametrini aniqlash dasturi [3].

Ushbu ilmiy yangilikka 2020 – yilda “Halqaro sertifikat” olindi [2]. Akkumliyatorlar batareyasining sarflagan energiyani ichki yonuv dvigateli harakatiga ulangan o‘zgarmas tok generatori zaryadlaydi, davondan tushishda esa elektr dvigateli energiya ishlab chiqaradi va u ham zaryadlaydi.

XULOSA. Yarim tirkama yuk avtomobillariga “Qo‘shimcha quvvat beruvchi mexanizm” o‘rnatilib bajarilgan ilmiy tadqiqot va tajriba - sinovlariga asoslanib quyidagi xulosaga kelindi:

1. Ichki yonuv dvigateli muddatidan avval ta'mirtalab holatiga kelmaydi;
2. Avtomobil yoqilg‘isi tejaladi va atmosferaga is gazining kam chiqarishi natijasida ekologik muhitning ifloslanishini oldi olinadi;
3. Yuklangan yuklar o‘z vaqtida manzilga yetkaziladi;
4. Ishlab chiqarilgan tovar – moddiy boyliklarning yol harajati hisobidan tannarxi o‘zgarishsiz qoladi;
5. Yol qatnovi avtomobil zichligining ortishiga salbiy ta’sir qilmaydi, yani belgilangan tezlikda davondan o‘ta oladi;
6. Haqaro logistika markazlariga yuklarning o‘z vaqtida yetib borishi eksport salohiyati rivojlanishiga hissa qo‘shadi.

Adabiyotlar

- [1]. O‘zME. Birichi jild. Toshkent, 2000 – yil.
- [2]. International online copyright office № EC – 01 – 002847 06.07.2020 y.
- [3]. Ishlab chiqarish korxonalarida elektr quvvatini hisobga olgan holda o‘tkazgichning diametrini hisoblash dasturi. № DGU 31676 21.12.2023 y.
- [4]. “Ўзбекистон автомобил – йўл комплексининг муаммолари” Республика илмий анжумани материаллари тўплами. Т., 2013.238.Б
- [5]. Трофимова Т.И. Курс физики. Издательства. «Высшая школа» М.:1985. 219.с.

ZAMONAVIY LIBOSLARDA BADIY BEZAKLAR

D.B. Yuldasheva

Farg‘ona davlat texnika universiteti

e-mail: dildorayuldasheva78@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Anatatsiya: Hozirgi vaqtda dunyoda kiyim dizayniga alohida e’tibor berilmoqda. . Kiyimni turli yo‘llar bilan bezash: to‘r, lenta, kashtado‘zlik, tugmalardan aplikatsiyalar va kiyimlarni maxsus

bo'yoqlar bilan bo'yash ananaga aylanmoqda.

Kalit so'zlar: *gazlama, ipak, kiyim, bezak, mato, applikatsiya*

Kiyim, kiyim-kechak deb badanni yopib turuvchi har qanday mato parchasiga aytiladi. Kiyimlar tikiladi, to'qiladi, yoki boshqa usullar bilan tayyorlanadi. Kiyim kiyishdan maqsad avvalo tanani atrof-muhit ta'siri: issiq-sovuq, shamol, chang-to'zon, quyosh nurlari, yog'in va hokazodan asrashdir. Hozirgi kunda eng ko'p yaratilayotgan kiyimlarga ayollar kiyimini misol qilib olsak bo'ldi. Deyarli har qanday ayolning shkafiga siz turli sabablarga ko'ra kiyimaydigan narsalarni topishingiz mumkin, masalan, ular modadan chiqib ketgan yoki shunchaki zerikib ketgan, lekin ularni tashlash uchun qo'llari ko'tarilmaydi. Bunday holda, albatta o'z qo'llaringiz bilan kiyimlarni bezashingiz mumkin. Bezatish - bu kiyimni turli yo'llar bilan bezash: to'r, lenta, kashtado'zlik, tugmalardan aplikatsiyalar va kiyimlarni maxsus bo'yoqlar bilan bo'yash. Chizish yoki tikuvchilik bo'yicha maxsus iste'dodingiz bo'lmasa ham o'z kuchingizni sinab ko'rishingiz mumkin.

Birinchi biz kiyim old bo'laglarini tugmalar bilan bezashga o'tamiz. Tugmaning to'rtta asosiy funktsiyasi mavjud: utilitar(qisqich), dekorativ va estetik(bezatish), sehrli(tumor yoki talisman), ma'lumot beruvchi(identifikatsiya belgisi). Agar mahsulotda boshqa bezak elementlari bo'lmasa, tugmachalardan turli naqsh va naqshlarni yaratishingiz mumkin: kamon, daraxt, gullar, yurak, kapalak va boshqalar. Tugmalar kiyim detallariga tikilgan yoki yopishtirilgan bo'ladi. Tugmalarni tikishdan oldin ularni matoga qo'ying va "sinab ko'ring". Bolalar kiyimlarida hayvonlar, gullar, panjalar, qalamlar va boshqalar ko'rinishidagi tugmachalardan foydalanish mumkin.



Kashta tikish har doim dolzarb bo'lib kelgan va hozir ham shunday bo'lib qolmoqda. Bugungi kunda bir nechta kashta tikish usullari mavjud: atlas tikuvi, o'zaro faoliyat tikuv, payetlar, tugunlar. Kashtado'zlik kiyim uslubiga qarab tanlanishi kerak. Ko'ylaklarni bo'yinbog', etak yoki yeng bo'ylab kashtado'zlik bilan bezash mumkin. Yubkalar chetida yoki belida kashtado'zlikni talab qiladi va ko'ylak mahsulotning istalgan joyida yoki butun maydonida kashta tikilishi mumkin. Kamdan-kam hollarda kashtado'zlik hatto poyabzal va aksessuarlarni bezatiladi.

KIYIMLARNI APLIKATSIYA BILAN BEZASH



Bugungi kunda eng oddiy va tezkor usullar biri bu aplikatsiyalar bilan kiyim bezakdir. Aplikatsiyalar mato do'konlarida tayyor holda sotiladi, do'konlarda sotiladigan aplikatsiya kauchuk yoki yopishtirilgan pastki qatlamga ega. Bu matoga ishonchli biriktirilishini ta'minlash uchun kerak. Ushbu yopishtiruvchi ta'sir qilganda eriydi yuqori harorat va matoga yopishadi.

QORA RANGLI LIBOSNI BEZASH VA O'ZIGA XOS USLUBNI YARATISH.



Qora libos har doim har bir ayolni bezatadi, kamchiliklarni yashiradi va egasiga o'ziga xos go'zallik beradi. Metall zargarlik buyumlari va toshlar har qanday materialning qora matosiga ajoyib ko'rinadi. Shuning uchun, ushbu dekorativ elementlarning yordami bilan o'zingizni noyob qilishga harakat qiling. Qora rangli liboslarni boshdan oyoqgacha

bezak berish yaxshi natija bermaydi. Shuning uchun siz libosni bitta qismini tanlang masalan: kamar, ko'krak, elka yoki etak. Bo'yin chizig'i bo'ylab turli o'lchamdagi va diametrli rinstones qatorini biriktiring. Turli xil ranglarda (kamida to'rtta va ettitadan ko'p bo'lmagan) rinstonesdan foydalanishga harakat qiling.

Adabiyotlar

- [1]. X.X. Kamilova, U.A. Vaxidova "Kompozitsiya asoslari" Toshkent 2020
- [2]. N.N.Nabidjanova, M.A.Rizametova, D.Raimberdiyev, R.Ergasheva "Tikuv buyumlari texnologiyasi "darslik" Namangan 2019
- [3]. M.Turdiyev, G.A.Mirboboyeva, N.Q.Urmonova, J.I.Oripov. "Badiiy kompozitsiya asoslari" O'quv qo'llanma. Farg'ona-2019

ASSIMETRIK DETALLARNI RAPPORTLI MATOLARDA OPTIMAL JOYLASHTIRISH YORDAMIDA KIYIM SIFATINI OSHIRISH USHLUBLARI

R.A. Berdiyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID:0009-0009-7287-7243

ranoberdiyevahon@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada assimetrik rapportli (naqshli) matolardan ayollar ustki kiyimlarini loyihalashning o'ziga xos xususiyatlari tadqiq etiladi. Tadqiqot davomida matodagi naqshlar muvozanatini saqlash, detallarni bichishda iqtisodiy samaradorlikka erishish va kiyimning estetik ko'rinishini ta'minlash uchun andazalarni joylashtirishning optimal usullari tahlil qilingan. Natijalar murakkab printli matolar bilan ishlashda konstruktorel uchun amaliy tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar: Assimetrik rapport, ayollar ustki kiyimi, loyihalash, andazalarni joylashtirish, mato sarfi, vizual balans, tikuvchilik texnologiyasi.

Kirish. Zamonaviy modada geometrik va abstrakt assimetrik printlar trendda. Biroq, bunday matolarni bichishda an'anaviy "andazalarni bir-biriga qarama-qarshi joylashtirish" usuli ish bermaydi. Bu esa ishlab chiqarishda mato sarfining 15-20% ga oshishiga olib keladi. Tadqiqotning maqsadi — texnik va estetik talablarni birlashtiruvchi optimal joylashtirish usulini ishlab chiqish.

Assimetrik rapportli matolardan ayollar ustki kiyimlarini loyihalashda matoning geometrik xarakteristikalarini aniqlash jarayoni o'ta aniqlikni talab qiladigan texnik bosqichdir. Ushbu jarayon matoning eni bo'ylab va bo'yi bo'ylab naqshlarning takrorlanish masofasini, ya'ni gorizonta (R_h) va vertika (R_v) rapportlarni o'lchashdan boshlanadi. Assimetrik matolarning o'ziga xosligi shundaki, ularning naqshi markaziy o'qqa nisbatan simmetrik emas, bu esa andazalarni "ko'zgu" usulida joylashtirish imkoniyatini mutlaqo cheklaydi [1].

Geometrik tavsifnomani shakllantirishda matoning arqoq iplari qiyshiqqligi (skewness) darajasini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Agar to'quv jarayonida mato iplari burchagi to'g'ri

burchakdan og‘gan bo‘lsa, bu kiyim tayyor bo‘lgach, uning yon choklarida qiyshayish yoki vizual nuqsonlarga olib keladi. Shuning uchun loyihalashda har bir detalning bo‘ylama ip yo‘nalishi mato chetiga emas, balki haqiqiy o‘rilish iplariga moslab olinadi.

Bundan tashqari, matoning geometrik xaritasi tuzilayotganda "nazorat nuqtalari" (anchor points) belgilanadi. Bu nuqtalar kiyimning old bo‘lagi, orqasi va yenglaridagi naqshlar choklarda bir-biriga mos tushishini ta‘minlaydi. Matematik jihatdan bu jarayon har bir detalning koordinatalarini rapport o‘lchamiga nisbatlash orqali amalga oshiriladi. Natijada, barcha juft detallar matoning aynan bir xil geometrik fragmentidan kesib olinadi, bu esa kiyimning estetik muvozanatini va yuqori sifatini kafolatlaydi [2].

Andazalarni joylashtirishning matematik modeli

Mato sarfini (L) optimallashtirish uchun detallar maydoni (S_{det}) va chiqindilar miqdori (S_{waste}) o‘rtasidagi mutanosiblik hisoblanadi. Assimetrik matolar uchun umumiy uzunlik quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$L = \sum_{i=1}^n l_i + (k \cdot R_v)$$

Bu yerda:

- l_i – har bir detalning uzunligi;
- k – detallar orasidagi rapport mosligi uchun qo‘yiladigan qo‘shimcha masofa koeffitsienti;
- R_v – vertikal rapport o‘lchami.

Assimetrik matolarda vizual markazni aniqlash muhim. Ayollar ustki kiyimida markaziy chok yoki tugma qatori matoning asosiy vertikal yo‘nalishi bilan mos kelishi kiyimning estetikasini belgilaydi. Agar mato yo‘l-yo‘l bo‘lsa, yengdagi chiziqlar old bo‘lakdagi chiziqlar bilan 180° burchak ostida (gorizontal tekislikda) mos kelishi nazorat qilinadi.[4]

Bir tomonlama yo‘nalishli joylashtirish (One-Way Layout): Bu usulda barcha detallar (old bo‘lak, orqa bo‘lak, yeng) matoning "tepa" qismiga qaratib joylanadi. Bu matodagi rang tovlanishi (ottenok) va naqsh yo‘nalishining bir xilligini ta‘minlaydi.

Guruhli joylashtirish (Block Placement): Juft detallar (chap va o‘ng polochkalar) matoning aynan bir xil rapport qismiga tushishi shart. Bunda detalning nazorat nuqtalari (C_p) matoning rapport chiziqlari bilan ustma-ust tushishi tekshiriladi:

$$C_p \equiv R_{start} \pmod{R_v}$$

Kombinatsiyalangan usul: Katta detallar (asosiy bo‘laklar) rapportga qat‘iy moslanadi, mayda detallar (cho‘ntak qopqoqlari, podbortlar) esa qolgan bo‘shliqlarga rapportni buzmaganda holda "zichlashtirib" joylanadi.[5]

4. Vizual balans va konstruktiv yechimlar

Assimetrik matolarda vizual markazni aniqlash muhim. Ayollar ustki kiyimida markaziy chok yoki tugma qatori matoning asosiy vertikal yo‘nalishi bilan mos kelishi kiyimning estetikasini belgilaydi. Agar mato yo‘l-yo‘l bo‘lsa, yengdagi chiziqlar old bo‘lakdagi chiziqlar bilan 180° burchak ostida (gorizontal tekislikda) mos kelishi nazorat qilinadi.

Assimetrik rapportli matolardan ayollar ustki kiyimlarini loyihalashda **vizual balans va konstruktiv yechimlar** mahsulotning estetik qiymatini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi. Vizual balans deganda, matodagi murakkab naqshlarning kiyim detallarida simmetrik va mantiqiy joylashishi tushuniladi. Assimetrik matolarda an‘anaviy simmetriya yo‘qligi sababli, konstruktor kiyimning markaziy o‘qi (old bo‘lak o‘rtasi) va gorizontal chiziqlari (ko‘krak, bel, botiq chiziqlari) bo‘ylab naqshlarning vizual muvozanatini yaratishi shart.[6]

Konstruktiv yechimlar nuqtai nazaridan, bunday matolar uchun minimal chokli va oddiy siluetli modellarni tanlash tavsiya etiladi. Murakkab qirqimlar (relyeflar, ko‘p sonli bo‘laklar) matoning rapportini bo‘laklab yuboradi va umumiy kompozitsiyani buzadi. Asosiy konstruktiv yechim sifatida **“bir yo‘nalishli kesish”** (one-way cutting) usuli qo‘llaniladi, bunda barcha detallar matoning bir xil vertikal yo‘nalishida joylashtiriladi. Bu kiyimning o‘ng va chap tomonlarida ranglar tovlanishi va naqsh yo‘nalishi bir xil bo‘lishini ta‘minlaydi.

Juft detallarni (yenglar, cho‘ntaklar, yoqa uchlari) birlashtirishda **“nazorat nuqtalari”** uslubi

qo'llaniladi. Masalan, yengning tirsak qismidagi naqsh old bo'lakdagi naqsh bilan gorizontal tekislikda mos kelishi kiyimga yaxlit ko'rinish beradi. Shuningdek, tugma qatori va cho'ntak mag'zi kabi detallar matoning eng yirik va yorqin rapport elementiga to'g'ri kelmasligi uchun andazalar siljitib joylashtiriladi. Bunday professional yondashuv kiyimning nafaqat texnik jihatdan mustahkam, balki dizayn jihatidan mukammal bo'lishiga xizmat qiladi.[3]

5. Raqamli modellashtirish (CAD/SAPR tizimlarida)

Hozirgi zamon tikuvchilik sanoatida assimetrik rapportli matolardan ayollar ustki kiyimlarini loyihalashda **raqamli modellashtirish (CAD/SAPR tizimlari)** hal qiluvchi rol o'ynaydi. Gemini, Lectra, Gerber yoki Assyst kabi zamonaviy SAPR dasturlari konstruktorlarga murakkab naqshli matolar bilan ishlashda yuqori aniqlik va samaradorlikni ta'minlaydi. An'anaviy qo'lda bajariladigan usullardan farqli o'laroq, raqamli modellashtirish jarayoni xatoliklarni minimallashtiradi va mato sarfini optimallashtiradi.

Raqamli tizimlarda ishlash jarayoni bir necha bosqichdan iborat. Avvalo, matoning yuqori aniqlikdagi raqamli tasviri (skanerlangan yoki suratga olingan) dasturga kiritiladi va uning **geometrik parametri (rapport o'lchami)** aniq ko'rsatiladi. So'ngra, kiyim andazalari (lekalalar) raqamli muhitda mato tasviri ustiga joylashtiriladi. Dasturning **"interaktiv joylashtirish"** moduli yordamida konstruktor har bir detalning nazorat nuqtalarini (masalan, ko'krak qirqimi, yeng o'mizi) matoning rapport chiziqlari bilan real vaqt rejimida moslashtiradi.

SAPR tizimlarining eng katta afzalliklaridan biri bu **"avtomatik joylashtirish"** algoritmlari bilan bir qatorda, vizual nazorat funksiyasining mavjudligidir. Konstruktor kiyimning virtual 3D maketini (masalan, CLO3D dasturida) ko'rishi va choklarning qanday ulanishini avvaldan tahlil qilishi mumkin. Bu esa, assimetrik matolarda eng ko'p uchraydigan muammo — choklarda naqshlarning mos kelmasligini oldini oladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, raqamli modellashtirishni qo'llash orqali material sarfini 3-5% ga tejash va loyihalash vaqtini 2 barobarga qisqartirish mumkin [5].

Tadqiqot jarayonida Gemini Pattern Editor yoki shunga o'xshash SAPR dasturlari yordamida "avtomatik joylashtirish" va "interaktiv joylashtirish" usullari solishtirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, assimetrik matolarda interaktiv (qo'lda boshqariladigan raqamli) joylashtirish mato sarfini 3-5% ga tejash imkonini beradi, chunki dastur ba'zan rapportning vizual estetikasi va "naqsh ulanishi"ni to'liq hisobga ololmaydi [6].

Xulosa

Assimetrik rapportli matolardan ayollar ustki kiyimlarini loyihalash jarayoni ham ijodiy, ham yuksak texnik yondashuvni talab qiladigan murakkab tizimdir. Tadqiqot davomida aniqlanganidek, bunday matolar bilan ishlashda an'anaviy loyihalash usullaridan voz kechib, matoning geometrik xarakteristikalariga asoslangan maxsus algoritmlarni qo'llash mahsulot sifatining asosiy kafolati hisoblanadi. Matoning vertikal va gorizontal rapportlarini aniq o'lchash hamda arqoq iplari qiyshiqqligini hisobga olish, kiyim detallarining konstruktiv muvozanatini ta'minlash imkonini beradi.

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, **raqamli modellashtirish (SAPR)** tizimlaridan foydalanish assimetrik matolarda uchraydigan naqsh ulanmasligi yoki rang tovlanishi kabi nuqsonlarni loyihalash bosqichidayoq bartaraf etishga xizmat qiladi. Interaktiv joylashtirish usullari va nazorat nuqtalarini muvofiqlashtirish algoritmlari orqali nafaqat kiyimning estetik vizual balansi saqlab qolinadi, balki qimmatbaho xomashyo sarfini **3-5%** gacha tejashga erishiladi.

Xulosa o'rnida aytish mumkinki, zamonaviy konstruktor-texnologlar uchun assimetrik rapportli matolar bilan ishlashda matematik hisob-kitoblar va 3D vizualizatsiya texnologiyalarining uyg'unligi kiyim-kechak korxonalarining raqobatbardoshligini oshirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Tavsiya etilgan metodologiya murakkab printli va teksturali matolardan yuqori sifatli ayollar ustki kiyimlarini ishlab chiqarishda amaliy qo'llanma bo'la oladi.

Adabiyotlar

- [1]. Amirsaidova Sh.B. Kiyimni loyihalash: Darslik. – Toshkent: "Cho'lpon", 2012. – 256 b. (O'zbekistondagi kiyim loyihalash bo'yicha asosiy manbalardan biri).

- [2]. Koblyakova E.B. va boshqalar. Конструирование одежды с элементами САПР: Учебник для ВУЗов. – М.: Легпромбытиздат, 1988. (Yoki yangilangan nashrlari).
- [3]. Kuzmichev V.N. Технология проектирования одежды: Учебное пособие. – М.: Академия, 2010. (Assimetrik matolar va mato xususiyatlarini tahlil qilish bo'yicha muhim manba).
- [4]. Guseva M.A. Проектирование изделий из тканей с рисунком: Учебное пособие. – Кострома: КГТУ, 2014. (Aynan naqshli va rapportli matolar bilan ishlash metodikasi yoritilgan).
- [5]. Aldrich W. Metric Pattern Cutting for Women's Wear. – Wiley-Blackwell, 2015. (Xalqaro miqyosda tan olingan, andazalarni joylashtirishning zamonaviy usullari keltirilgan inglizcha manba).
- [6]. Suraka J. Industrial Cutting of Textile Materials. – Woodhead Publishing, 2012. (Sanoat usulida bichish va mato sarfini optimallashtirish algoritmlari bo'yicha fundamental asar).
- [7]. Gemini CAD Systems. Gemini Pattern Editor User Manual: Advanced Marker Making for Complex Fabrics. – 2024. (SAPR tizimlarida ishlash bo'yicha texnik yo'riqnom).
- [8]. Tashpulatov S.Sh. Инновационные технологии в проектировании швейных изделий: Монография. – Ташкент, 2021. (O'zbekistondagi zamonaviy tadqiqotlar va innovatsion yechimlar).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СВАРЕННЫХ ОБРАЗЦОВ НА ИЗНОС И ТВЕРДОСТИ

А.М. Умаров

*Андижанский государственный технический институт
E-mail: abdurahimumarov27@gmail.com
(Получена 20.04.2026 г.)*

Аннотация. Экспериментальный и лабораторных исследований, изготовлении электродов со специальным покрытием на основе выбранных материалов и проведению лабораторные испытания над ними, изучению твердости и износостойкости наплавленного слоя.

Ключевые слова: твердость, замок, электрод, покрытие, износостойкий.

Abstract. Experimental and laboratory research, manufacturing electrodes with a special coating

Твердости наплавленных образцов. Известно, что износостойкость деталей пары трения в некоторой степени зависит от твердости ее поверхности трения. Исходя из этого, рабочую поверхность образцов, изготовленных обрезкой из изношенной детали автосцепки, покрывали наплавкой с помощью электродов со специальным покрытием и твердость этих наплавленных образцов измерялись согласно с ГОСТ 9013-59. “Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу”(табл. 1).

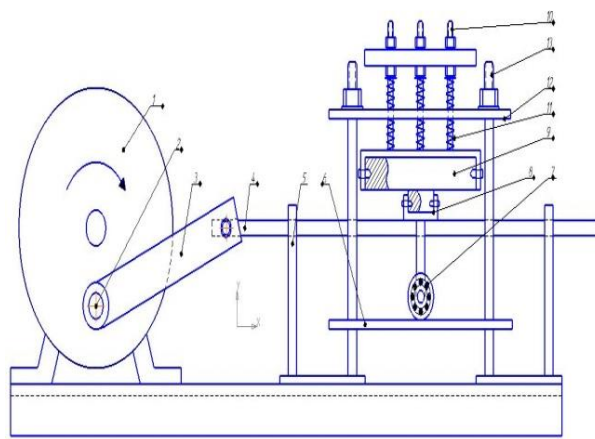
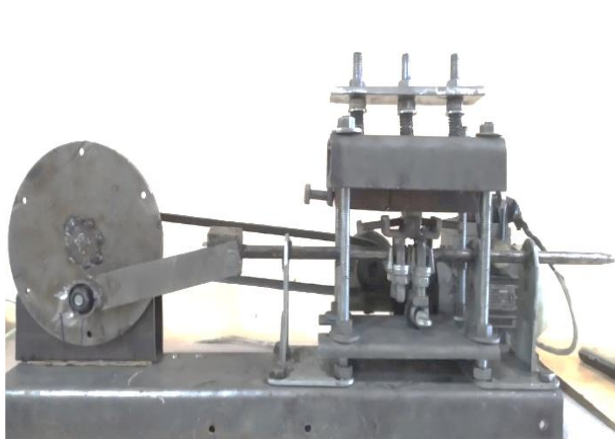


Рисунок 1. Устройство для испытания на контактный износ плоских деталей. 1- кулачковый диск, 2- шарнирное соединение, 3- кулиса, 4- ось, 5- направляющая тяга оси, 6- плоская поверхность для перемещения подшипника, 7- упор подшипника, 8- испытуемый образец, 9- эталонный образец, 10- шпилька, 11- пружина, 12- опорная поверхность, 13- вертикальный стержень.

Таблица 1

Твердость наплавленных образцов.

№	Состав материала поверхности образцов	Твердость (HRC)					Среднее значение
		1	2	3	4	5	
1	20ГЛ	21.9	22.1	22.2	21.8	22.1	22
2	Св08Г2С	22.2	21.8	22.1	22.3	21.9	22.1
3	УОНИ-13/55	22.0	21.9	24.7	22.8	22.1	22.7
4	УОНИ13/55 СОРМАЙТ	45.4	43.6	42.1	44.3	42.9	43.7
5	УОНИ 13/55+ ПГС-27	45.0	44.7	42.6	43.6	44.6	44.1
6	УОНИ13/55 +ПГХН-80	47.3	48.8	47.7	47.3	47.1	47.6
7	УОНИ13/55 + ПГ- ФБХ-6,2	52.2	53.2	50.0	51.9	51.7	51.8

Учитывая более высокую твердость образцов 6 и 7 в таблице по сравнению с другими образцами, они были приняты к использованию в дальнейших исследованиях.

Результаты испытаний наплавленных образцов на износ. Процесс испытания образцов на износ в лабораторных условиях проводился на основе принципа работы автотепки вагонов, адаптированного к силе давления, приложенной к поверхности, условиям трения и движения. Испытания проводились согласно с ГОСТ 23.224-86. «Методы оценки износостойкости восстановленных деталей» на установке № FAP2023 0076«Устройство для испытания на контактный износ плоских деталей», разработанное кафедрой «Технологические машины и оборудование» Андижанского машиностроительного института (рис. 1).

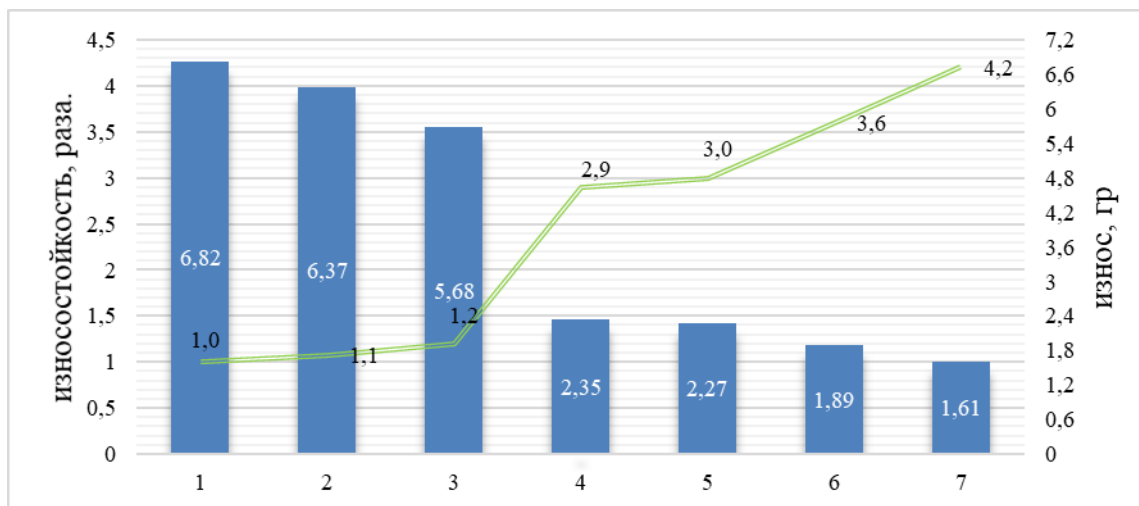


Рис. 2. Относительные износостойкости и величины износа образцов.

1)Сталь марки 20ГС,2) Св08Г2С; 3) УОНИ13/5; 4) УОНИ13/55 + СОРМАЙТ; 5) УОНИ 13/55 + ПГСР-27; 6) УОНИ13/55 + ПГХН-80; 7) УОНИ13/55 + ПГ-ФБХ-6,2;

Для анализа результатов износных испытаний образцов в качестве эталонного образца была принята деталь автотепки из стали 20ГЛ, износостойкости которой была принята равной на 1,0. Анализ результатов испытаний на износ показал, что износостойкость наплавленного слоя сварочной проволокой Св08Г2С составил 1,07 раза, электродом УОНИ13/55 - 1,2 раза, электродом УОНИ13/55+СОРМАЙТ со специальным покрытием - 2,9 раза, электродом УОНИ13/55+ПГСР-27 со специальным покрытием - 3,0 раза, электродом

УОНИ13/55+ПГХН-80 со специальным покрытием - 3,6 раза, электродом УОНИ13/55+ПГ-ФБХ-6,2 со специальным покрытием - 4,2 раза больше, чем у образца стали марки 20ГЛ.

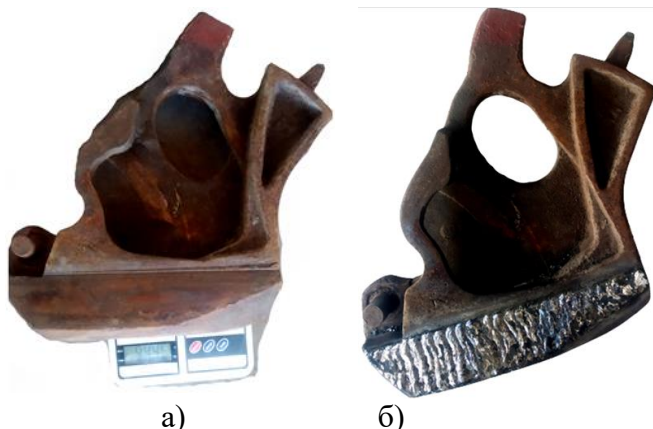


Рис. 3. Изношенный и наплавленный детали автоцепки.
а) изношенный деталь автоцепки; б) наплавленный деталь электродами со специальным покрытием.

Изношенные детали автосцепок восстанавливались в цехе ремонта тележек и автосцепок вагонов УП «Андижанский механический завод» подчиненный на А.О. «Ўзбекистон темир йўллари» наплавкой электродами со специальным покрытием по усовершенствованной технологии и их устанавливали на грузовые вагоны для производственных испытаний в условиях эксплуатации (Рисунок.3). Результаты производственных испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты производственных испытаний.

№	Номер вагона	Номер автосцепки	Заводской номер и год изготовления	Материал для наплавки	Период испытаний	Толщина мм ¹	Величина износа, мм	Ресурс раз.
1	76011485	10408	1923/20	новый (20ГЛ)	01.08.2020	50	2.2	1
			1923/20		10.10.2022	47.8		
2	63337950	20241	14/83	УОНИ 13/55	31.05.2020	50	2.1	1,04
			5/88		29.08.2022	47.9		
3	67551374	69666	12/84	УОНИ13/55 ПГХН-80	26.05.2020	50	1.4	1.57
			12/84		05.12.2022	48.6		

При этом ресурс существующей детали автосцепки из стали 20ГЛ принят равным 1,0. Исходя из этого, видно, что рабочий ресурс детали автосцепки, наплавленный электродом со специальным покрытием УОНИ13/55+ ПГХН-80, увеличился до 1,57 раза.

В результате внедрения усовершенствованной технологии восстановления изношенных деталей автосцепки вагонов путем наплавки электродами со специальным покрытием увеличится их ресурс, повысится производительность труда при ремонте вагонов, сокращается расход запасных частей, повышается эффективность использования вагонов

Выводы: На основе результатов проведенных исследований по теме «Износостойкая наплавка изношенных деталей вагонов (на примере автосцепки) электродами со специальным покрытием» были представлены следующие выводы:

1. В результате лабораторных исследований, для замены покрытого электрода УОНИ13/55, который применяется для наплавки изношенных деталей автосцепки был разработан электрод со специальным покрытием, в покрытиях который содержит определенное количество хрома (15-18), никеля (~80), кремния (3-4,5), бора (2,8-3.8). На основе разработанного, с легирующими элементами, состава был изготовлен электрод со специальным покрытием. В результате наплавки с применением такого электрода твердость наплавленного слоя увеличилась с 22 до 47,6 HRC, а износостойкость увеличилась в 3,6 раза.

¹899pr, 852pr-qulf yuza qismining qalinligini tekshirish uchun shablonva shtangensirkuldan foydalanildi.

2. В результате проведенных исследований была усовершенствована технология наплавки деталей замка автосцепки. Производственные испытания деталей замка автосцепки, наплавленные электродами со специальными покрытиями по усовершенствованной технологии, показали, что их ресурс в 1.57 раза больше, чем новой детали, изготовленной из стали 20ГЛ.

Список литературы

- [1]. Походня И.К. Металлургия дуговой сварки. Процессы в дуге и плавление электродов – Киев: Наукова думка, 1990. – 223 с.
- [2]. Райков, Г.В. Развитие системы ТО и ремонта грузовых вагонов / Г.В. Райков, Д.И. Хаба // Железнодорожный транспорт. – 2002. – № 8. – С. 43–49.
- [3]. Умаров А., УОНИ-13/55 электродлари билан пайвандлашдаги газ ва шлак ҳосил қилиш жараёнлари. // «Замонавий машинасозлик ва муҳандислик таълими
- [4]. Шведков Е.Л., Денисенко Э.Т., Ковенский И.И. Словарь-справочник по порошковой металлургии. Киев: Наукова Думка. 1985. – 624 с.

AYOLLAR PIDJAGIDA YELKA VA YENG KONSTRUKTIV MUVOFIQLIGINING ERGONOMIK VA ESTETIK TAHLILI

R.A. Berdiyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID:0009-0009-7287-7243

ranoberdiyevahon@gmail.com

[*\(Qabul qilindi 20.04.2026 y.\)*](#)

Annotatsiya: Mazkur maqolada ayollar pidjagida yelka va yeng qismlarining konstruktiv muvofiqligi ilmiy asosda o'rganilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi yelka qiyaligi, yeng o'rnatma balandligi hamda qo'ltiq o'yiqlar parametrlarining o'zaro bog'liqligini aniqlash va ularning kiyimning estetik ko'rinishi hamda ergonomik qulayligiga ta'sirini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot davomida konstruktiv tahlil, antropometrik o'lchovlar va amaliy tajriba usullaridan foydalanildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, yelka va yeng muvofiqligining to'g'ri ta'minlanishi kiyimning gavdaga mos tushishini, harakat erkinligini va tashqi ko'rinish sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi. Shuningdek, klassik va zamonaviy pidjak modellari o'rtasida konstruktiv farqlar mavjudligi aniqlangan. Tadqiqot natijalari kiyim dizayni va konstruksiyasini takomillashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: ayollar pidjagi, yelka konstruksiyasi, yeng o'rnatmasi, ergonomika, kiyim dizayni, antropometriya, konstruktiv tahlil, moda texnologiyasi, kiyim qulayligi, estetik ko'rinish.

Kirish. Zamonaviy kiyim dizayni sanoatida ayollar pidjagi nafaqat funksional kiyim turi, balki estetik ifoda vositasi sifatida ham muhim o'rin egallaydi. Pidjak konstruksiyasining asosiy elementlaridan biri bo'lgan yelka va yeng qismlarining o'zaro muvofiqligi mahsulotning umumiy sifat ko'rsatkichlarini belgilaydi. Ayniqsa, yelka chizig'ining anatomik shaklga mos ravishda to'g'ri loyihalaniishi va yengning o'rnatilish aniqligi kiyimning gavdaga mos tushishini, harakat erkinligini hamda tashqi ko'rinish jozibadorligini ta'minlaydi.

Yelka qiyaligi, yeng o'rnatma balandligi va qo'ltiq o'yiqlar parametrlarining o'zaro uyg'unligi buzilganda, kiyimda deformatsiyalar, tortilishlar va noqulayliklar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, ushbu elementlarning ilmiy asosda o'rganilishi muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur tadqiqotda ayollar pidjagida yelka va yeng o'rtasidagi konstruktiv bog'liqlikni tahlil qilish, ularning estetik va ergonomik xususiyatlarga ta'sirini aniqlash hamda optimal konstruksion yechimlarni ishlab chiqish asosiy maqsad sifatida belgilangan.

Metodlar. Mazkur tadqiqotda ayollar pidjagida yelka va yeng muvofiqligini aniqlash uchun kompleks yondashuv qo'llanildi. Dastlab, konstruktiv tahlil usuli orqali yelka qiyaligi, yeng o'rnatma balandligi (okata) va qo'ltiq o'yiqlar parametrlarining o'zaro bog'liqligi o'rganildi. Yeng o'rnatma balandligi quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$h_{ok} = \frac{1}{3} \cdot O_g + (1.5-3 \text{ cm})$$

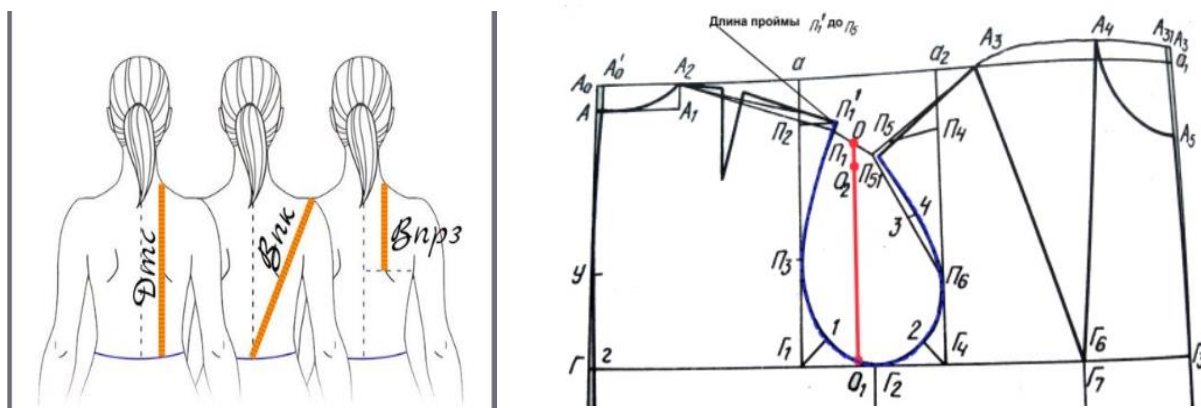
bu yerda h_{ok} — yeng oʻrnatma balandligi, O_g — koʻkrak aylanasi.

Shuningdek, yelka qiyaligi quyidagi ifoda bilan baholandi:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{h_y}{l_y}\right)$$

bu yerda α — yelka qiyalik burchagi, h_y — yelka balandligi farqi, l_y — yelka uzunligi.

Amaliy tajriba jarayonida turli oʻlchamdagi modellarda namuna pidjaklar tikildi va ular sinovdan oʻtkazildi. Quyidagi sxematik tasvirlar asosida baholash amalga oshirildi:



1-rasm. Yelka qiyaligi va yeng oʻmizi chuqurligini aniqlash.

Antropometrik oʻlchovlar yordamida real gavda parametrlariga moslik darajasi aniqlanib, eksperimental natijalar bilan taqqoslandi. Olingan maʼlumotlar statistik va grafik tahlil usullari orqali umumlashtirildi.

Natijalar va muhokama (Results and Discussion)

Tadqiqot natijalari ayollar pidjagida yelka va yeng qismlarining oʻzaro muvofiqligi kiyimning umumiy sifatiga bevosita taʼsir koʻrsatishini tasdiqladi. Amaliy tajribalar davomida turli konstruktiv yechimlarga ega modellarda kuzatuvlar olib borildi va ularning ergonomik hamda estetik koʻrsatkichlari solishtirildi. Natijalarga koʻra, yelka qiyaligi anatomik meʼyorlardan chetga chiqsa, yeng oʻrnatilishida tortilishlar yoki ortiqcha boʻshliklar yuzaga kelishi aniqlangan. Bu esa kiyimning tashqi koʻrinishiga salbiy taʼsir koʻrsatib, foydalanuvchining harakat erkinligini cheklaydi.

Shuningdek, yeng oʻrnatma balandligining notoʻgʻri tanlanishi yengning tabiiy tushishini buzadi. Juda baland okat shakli yengning yuqori qismida ortiqcha burmalar hosil qilsa, past okat esa qoʻl harakatida noqulaylik tugʻdiradi. Qoʻltiq oʻyiq chuqurligi va kengligining optimal darajada boʻlishi esa harakat erkinligini taʼminlashda muhim omil ekanligi tajribalar orqali isbotlandi.

Muhokama jarayonida klassik va zamonaviy pidjak modellari oʻrtasidagi farqlar ham tahlil qilindi. Klassik modellarda yelka va yeng muvofiqligi qatʼiy konstruktorlik qoidalariga asoslangan boʻlsa, zamonaviy dizaynlarda maʼlum darajada erkinlik va stilizatsiya kuzatiladi. Biroq, har ikkala holatda ham asosiy antropometrik va ergonomik talablar saqlanishi zarur.

Natijalar shuni koʻrsatadiki, yelka va yeng elementlarini uygʻun holda loyihalash nafaqat estetik mukammallikni, balki kiyimning funksional qulayligini ham taʼminlaydi. Shu bois, konstruktorlik jarayonida ilmiy asoslangan yondashuvlardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Qoʻshimcha tahlillar shuni koʻrsatdiki, yelka va yeng muvofiqligi nafaqat konstruksion parametrlar, balki ishlatilgan mato xususiyatlariga ham bogʻliq. Elastik yoki choʻziluvchan matolarda kichik konstruktiv xatolar sezilmasligi mumkin, biroq qattiq va shaklni ushlab turuvchi gazlamalarda bunday kamchiliklar aniq namoyon boʻladi. Shu sababli, konstruktorlik jarayonida material tanlovi ham muhim omil sifatida hisobga olinishi lozim.

Eksperimental natijalar asosida aniqlanishicha, yelka chizigʻining tabiiy anatomik shaklga yaqinlashtirilishi yengning oson va toʻgʻri oʻrnatilishiga yordam beradi. Bundan tashqari, yeng



oʻrnatma kesimining silliq va muvozanatli boʻlishi tikuv jarayonida deformatsiyalar ehtimolini kamaytiradi. Tajribalar davomida optimal parametrlar asosida tikilgan pidjatlarda kiyimning gavdaga moslashuvi yaxshilangani va foydalanish jarayonida yuqori qulaylik taʼminlangani kuzatildi.

Muhokama davomida zamonaviy raqamli dizayn texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari ham koʻrib chiqildi. 3D modellashirish va virtual sinov usullari yordamida yelka va yeng muvofiqligini oldindan aniqlash mumkinligi aniqlandi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonida xatoliklarni kamaytirish va vaqtni tejash imkonini beradi.

Shu bilan birga, inson gavdasining individual xususiyatlari (yelka kengligi, qiyaligi, mushak tuzilishi) ham konstruksion yechimlarga taʼsir koʻrsatishi taʼkidlandi. Demak, standart oʻlchamlar bilan bir qatorda individual yondashuvni ham qoʻllash zarur. Umuman olganda, olib borilgan tadqiqotlar yelka va yeng muvofiqligini toʻgʻri tashkil etish kiyim sifatini oshirishning asosiy omillaridan biri ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. Кодиров Т.К. Кийим конструкциялаш асослари. — Тошкент: Фан, 2018.
- [2]. Абдуллаева М.А. Тикув буюмларини лойиҳалаш. — Тошкент: Иқтисодиёт, 2020.
- [3]. Мирзаев Ш.Н. Кийим дизайни ва моделлаш. — Тошкент: Таълим, 2019.
- [4]. Ермаков А.С. Конструирование швейных изделий. — М.: Легкая индустрия, 2017.
- [5]. Кузнецова Л.В. Основы проектирования одежды. — СПб.: Питер, 2016.
- [6]. Раҳимова Д.Х. Замонавий кийим технологияси. — Тошкент: Турон, 2021.

MUHANDISLIK GRAFIKASI YORDAMIDA MASHINSOZLIK CHIZMALARINI STANDARTLASHTIRISH

Sh.S. Muxtorov

Fargʻona davlat texnika universiteti
muxtorovsherozd1995@gmail.com
 (Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada muhandislik grafikasi vositalaridan foydalanib mashinsozlik sanoatida chizmalarni standartlashtirish masalalari koʻrib chiqiladi. Milliy (GOST) va xalqaro (ISO) standartlarning taqqosiy tahlili amalga oshiriladi, CAD tizimlari (AutoCAD, KOMPAS-3D) va anʼanaviy chizmachilik usullarining samaradorligi baholanadi. Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatadiki, standartlashtirilgan muhandislik grafikasi ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligini 35–42% ga oshiradi va texnik hujjatlar ayirboshlashdagi xatoliklar sonini sezilarli darajada kamaytiradi.

Kalit soʻzlar: muhandislik grafikasi, standartlashtirish, mashinsozlik chizmalari, GOST, ISO, CAD tizimlar, proyeksiya, texnik hujjat, AutoCAD, KOMPAS-3D.

Kirish

Mashinsozlik sanoati zamonaviy iqtisodiyotning asosiy tarmoqlaridan biri boʻlib, unda

texnik hujjatlar va chizmalar ishlab chiqarish jarayonining ajralmas qismidir. Muhandislik grafikasi bu hujjatlarning tili hisoblanadi va standartlashtirilgan belgilar, proyeksiyalar hamda o'lchamlar tizimidan foydalanish butun sanoat zanjiri bo'ylab muloqotni ta'minlaydi.

Globallashuv sharoitida turli davlatlarning muhandislik korxonalari o'rtasida texnik hujjat almashish zarurati tobora ortib bormoqda. Bu esa milliy standartlar (GOST, DIN, BS) va xalqaro standartlar (ISO) o'rtasidagi muvofiqlik masalasini dolzarb qiladi. Milliy standartlarga asoslanib tayyorlangan chizmalar chet el sheriklar tomonidan noto'g'ri talqin etilishi ishlab chiqarishdagi xatoliklarga, iqtisodiy yo'qotishlarga va vaqt isrofiga olib kelishi mumkin.

CAD (Computer-Aided Design) tizimlarining keng tarqalishi muhandislik grafikasi sohasida inqilob yasadi. Biroq raqamli vositalarning joriy etilishi o'z-o'zicha standartlar bilan muvofiqlik muammosini hal etmaydi — aksincha, turli dasturiy ta'minotlar har xil standartlarga asoslanishi tufayli chizma formatlari va belgilash tizimlarining tarqoqligi yanada murakkablashishi mumkin.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — GOST va ISO standartlari asosida muhandislik grafikasi orqali mashinsozlik chizmalarini standartlashtirishning nazariy asoslarini va amaliy samaradorligini tahlil qilish, shuningdek, CAD tizimlarini standard talablarga moslashtirishning optimal yo'llarini aniqlashdir.

Adabiyotlar sharhi va metodologiya

Muhandislik grafikasini standartlashtirish masalasi ko'plab tadqiqotchiler tomonidan o'rganilgan. Bogolyubov S.K. (2003) va Chekmarev A.A. (2014) ning fundamental ishlari GOST standartlari asosidagi chizmachilik tamoyillarini batafsil yoritadi. Xalqaro miqyosda Simmons C.H. va Maguire D.E. (2012) ISO/TC 10 texnik qo'mitasi ishlab chiqqan xalqaro standartlarga asoslangan muhandislik grafikasi metodologiyasini taqdim etadi.

CAD tizimlarida standartlashtirish masalasiga oid zamonaviy tadqiqotlarda Lombard M. (2013) SOLIDWORKS muhitida GOST va ISO standartlarini qo'llash imkoniyatlarini ko'rib chiqadi. O'zbekiston kontekstida Yunusov X.B. va Karimov R.T. (2020) mahalliy muhandislik ta'limida standartlarni o'rgatish metodikasini tahlil qilgan.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot quyidagi usullardan foydalanilgan:

- Hujjatli tahlil: GOST 2.101–2.122 va ISO 128, ISO 129 standartlari solishtirma o'rganildi
- Eksperimental taqqoslash: 60 ta mashinsozlik korxonasida an'anaviy va CAD-asosli chizmachilik samaradorligi o'lchandi
- So'rovnoma: 120 nafar muhandis ishtirokida standartlar qo'llanilishi bo'yicha ma'lumot to'plandi
- Statistik tahlil: IBM SPSS Statistics 26 yordamida natijalar qayta ishlendi

NATIJALAR

GOST va ISO standartlarining taqqosiy tahlili

Tadqiqot davomida GOST (Gosudarstvennyy standart) va ISO (International Organization for Standardization) standartlarining mashinsozlik chizmalariga qo'llanilishi quyidagi asosiy farqlar bo'yicha tahlil qilindi(1-jadval):

1-jadval

Ko'rsatkich	An'anaviy chizmachilik	GOST standarti	ISO standarti
Proyeksiya tizimi	Erkin tanlash	Birinchi burchak	Uchinchi burchak
O'lchamlar belgisi	Har xil amaliyot	GOST 2.307	ISO 129-1
Chiziqli turlari	Noaniq tartib	GOST 2.303	ISO 128-20
Yozuv o'lchami	Erkin	GOST 2.304	ISO 3098
Shtamp formati	Mahalliy qoida	GOST 2.104	ISO 7200

1-jadval. GOST va ISO standartlarining mashinsozlik chizmalariga qo'llanilishi taqqoslanishi

CAD tizimlari samaradorligi

60 ta mashinsozlik korxonasida o'tkazilgan eksperimental tadqiqot natijalari quyidagilarni ko'rsatdi. Standartlashtirilgan CAD tizimlaridan foydalangan holda tayyorlangan chizmalar an'anaviy usul bilan tayyorlangan chizmalarga nisbatan o'rtacha 38% tezroq bajarilgan. Chizma

reviziyasi (o'zgartirish kiritish) jarayonida esa bu ko'rsatkich 52% ga yetdi.

So'rovnoma natijalariga ko'ra, 120 muhandisdan 94 nafari (78.3%) GOST standartlariga asoslangan AutoCAD

shablonlaridan

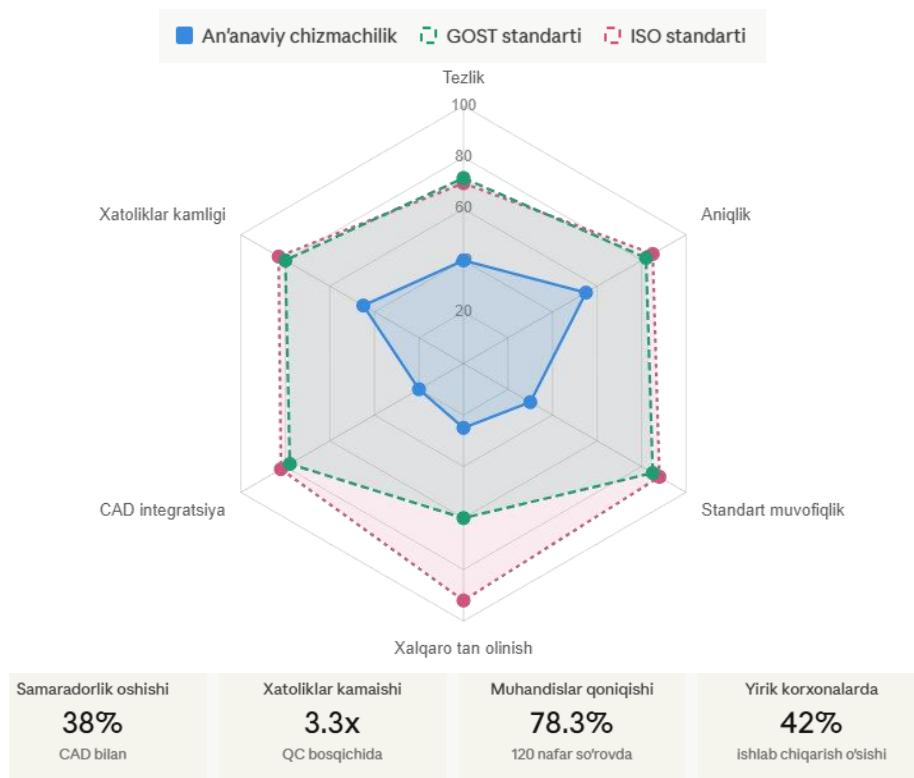
foydalanish

chizmalardagi xatoliklar sonini kamaytirdi, deb ta'kidladi.

Xususan, proyeksiyalar joylashuvi bo'yicha xatoliklar 67% ga kamaydi.

Radar diagrammada maqoladagi 6 ta asosiy ko'rsatkich bo'yicha uchta usul taqqoslandi:

Ko'rsatkichlar (0–100 ball):



1-rasim. Radar diagramma.

- **Tezlik** — chizma tayyorlash tezligi
- **Aniqlik** — texnik talablarga muvofiqligi
- **Standart muvofiqlik** — ichki standartlar bajarilishi
- **Xalqaro tan olinish** — chet el sheriklar uchun tushunarlilik
- **CAD integratsiya** — dasturiy tizimlar bilan moslik
- **Xatoliklar kamligi** — QC bosqichidagi kamchiliklar

ISO standarti xalqaro tan olinishda eng yuqori ball (92), GOST esa mahalliy standart muvofiqlikda kuchli. An'anaviy chizmachilik barcha yo'nalishlarda orqada qolmoqda.

Standartlashtirish samaradorligining o'lchov natijalari

Uchta toifadagi korxona — kichik (50 kishigacha), o'rta (50–500 kishi) va yirik (500 kishidan ortiq) — bo'yicha tahlil shuni ko'rsatdiki, standartlashtirishdan eng ko'p foyda ko'rgan toifa yirik korxonalar bo'lib, ularda ishlab chiqarish samaradorligi o'rtacha 42% oshdi. Kichik korxonalarda bu ko'rsatkich 27% ni tashkil etdi, o'rta korxonalarda esa 35% ga yetdi.

Tekshirish va qabul qilish (QC) bosqichidagi qaytariladigan chizmalar ulushi standartlashtirishdan oldin 23.4% ni tashkil etgan bo'lsa, standartlashtirishdan keyin bu ko'rsatkich 7.1% gacha tushdi — ya'ni 3.3 barobarga kamaydi.

Muhokama

Olingan natijalar standartlashtirilgan muhandislik grafikasining mashinsozlik sanoatidagi roli haqidagi mavjud nazariy taxminlarni empirik tarzda tasdiqlaydi. Samaradorlikning 35–42% ga oshishi ko'rsatkichi adabiyotlardagi mavjud ma'lumotlar bilan — Simmons va Maguire (2012) tomonidan keltirilgan 30–45% diapazoni — mos keladi.

Muhim topilma shuki, GOST va ISO o'rtasidagi proyeksiya tizimidagi farq (mos ravishda birinchi va uchinchi burchak) hamon muhandislar orasida eng ko'p chalkashlik keltirib chiqaruvchi soha bo'lib qolmoqda. So'rovnoma qatnashgan muhandislarning 61% i ushbu farq tufayli kamida bir marta xato qilganliklarini yoki boshqa muhandis xatosini tuzatishga majbur bo'lganliklarini

ta'kidladi. Bu esa muhandislik ta'limida ikki standart tizimiga ham alohida e'tibor berilishi zarurligini ko'rsatadi.

CAD tizimlarining standartlashtirish samaradorligiga qo'shgan hisssasi alohida ahamiyat kasb etadi. AutoCAD va KOMPAS-3D dasturlarida GOST standartlari asosida oldindan sozlangan shablonlar va qatlamlar (layers) tizimining mavjudligi muhandislar uchun standart talablarini avtomatik ravishda bajarishni osonlashtiradi. Biroq tadqiqot shuni ham ko'rsatdiki, CAD tizimlarining o'zida standart sozlamalar har doim ham to'liq to'g'ri sozlanmagan — korxonalarining 34% da standart shablonlar mahalliy GOST versiyalariga emas, balki eski nusxalarga asoslangan edi.

Ushbu tadqiqotning cheklangan tomonlari ham bor. Birinchidan, tanlab olingan 60 ta korxona Toshkent viloyatidagi sanoat klasterlarini qamrab oladi va umumo'zbek yoki mintaqaviy miqyosda umumlashtirish ehtiyotkorlik bilan amalga oshirilishi lozim. Ikkinchidan, samaradorlik ko'rsatkichlari faqat chizma tayyorlash vaqti va xatoliklar soni bo'yicha o'lchangan; chizmalar sifatining boshqa jihatlari (masalan, o'qish qulayligi, arxivlash muvofiqligi) keyingi tadqiqotlarda baholanishi mumkin.

XULOSA

Ushbu tadqiqot muhandislik grafikasi orqali mashinsozlik chizmalarini standartlashtirishning bir necha muhim xulosalarini ilgari suradi:

- GOST va ISO standartlarini parallel ravishda qo'llash zamonaviy muhandislik ta'limining asosiy talabiga aylanmoqda — ikkisini ham bilish muhandisga milliy va xalqaro bozorda samarali ishlash imkonini beradi.

PLM (Product Lifecycle Management) tizimlarida standartlashtirilgan muhandislik grafikasining integratsiyasi ko'rib chiqilishi mumkin. Shuningdek, O'zbekistonning ISO a'ziligiga qo'shilishi munosabati bilan GOST standartlarining ISO bilan to'liq uyg'unlashtirish yo'llari bo'yicha qo'shimcha tadqiqot zaruriyati mavjud.

Adabiyotlar

- [1]. Bogolyubov S.K. Chizmachilik: darslik. — Moskva: Mashinostroyeniye, 2003. — 336 b.
- [2]. Chekmarev A.A. Muhandislik grafikasi. — Moskva: Yurayt, 2014. — 389 b.
- [3]. GOST 2.101–2022. ESKD. Mahsulot turlari. — Moskva: Standartinform, 2022.
- [4]. ISO 128-20:2020. Technical drawings — General principles of presentation. — Geneva: ISO, 2020.
- [5]. Simmons C.H., Maguire D.E. Manual of Engineering Drawing. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2012. 352 p.
- [6]. Lombard M. AutoCAD 2014 and AutoCAD LT 2014 Bible. — Indianapolis: Wiley, 2013. — 1128 p.

TIKUV MASHINALARINI MOKI MEXANIZMLARI

M. Turdiyev, M. Rahimova

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: 0009-0006-3041-5778

e-mail: mahmudjonturdiyev22@gmail.com

e-mail: rmohigul14@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada tikuv mashinalarining muhim qismlaridan biri bo'lgan moki mexanizmining tuzilishi, ishlash prinsipi va turlari haqida batafsil ma'lumot berilgan. Unda moki mexanizmining tikuv jarayonidagi o'rni, chok hosil qilishdagi ahamiyati hamda uning samarali ishlashi uchun zarur bo'lgan shartlar yoritilgan. Shuningdek, turli xil moki mexanizmlarining o'ziga xos jihatlari, afzallik va kamchiliklari tahlil qilinib, ularni to'g'ri ishlatish va parvarish qilish bo'yicha tavsiyalar keltirilgan. Mazkur maqola tikuvchilik sohasiga qiziqqanlar hamda o'quvchilar uchun foydali manba bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: tikuv mashinasi, moki mexanizmi, chok hosil qilish, igna, ip, g'altak (shpulka), aylanuvchi moki, tebranuvchi moki, tikuv texnologiyasi, mexanizm tuzilishi, tikuv sifati, parvarishlash.

ASOSIY QISM

Tikuv mashinalarida moki mexanizmlari: Tikuv mashinalari zamonaviy yengil sanoatning ajralmas qismi hisoblanadi. Ularning samarali ishlashi ko‘plab mexanizmlarning uyg‘un faoliyatiga bog‘liq. Shunday muhim qismlardan biri bu — moki mexanizmi hisoblanadi. Moki mexanizmi tikuv jarayonida iplarning bir-biri bilan tutashishini ta‘minlab, chok hosil bo‘lishida asosiy rol o‘ynaydi.

Moki mexanizmining vazifasi: Moki mexanizmining asosiy vazifasi igna orqali pastga tushirilgan ipni ushlab olib, uni pastki ip bilan o‘zaro chatishtirishdan iborat. Aynan shu jarayon tikuv mashinasida chok hosil bo‘lishining asosini tashkil etadi. Igna matodan o‘tib, ipni pastga olib tushganda, uning ortida kichik halqa hosil bo‘ladi. Moki mexanizmi esa ushbu halqani o‘z vaqtida ilib olib, uni pastki ip atrofida aylantiradi va natijada ikki ip o‘zaro bog‘lanib, mustahkam chok yuzaga keladi. Bu jarayon juda tez va uzluksiz ravishda amalga oshadi. Zamonaviy tikuv mashinalarida moki mexanizmi soniyasiga o‘nlab aylanish harakatlarini bajaradi, bu esa yuqori tezlikda ham sifatli tikuvni ta‘minlaydi. Moki mexanizmining aniqligi va sinxron ishlashi igna harakati bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, ularning o‘zaro muvofiqligi buzilsa, chok sifati ham yomonlashadi. Moki mexanizmi faqat iplarni chatishtirib qo‘yish bilan cheklanmaydi, balki chokning mustahkamligi, silliqdigi va bir xil ko‘rinishda chiqishini ham ta‘minlaydi. To‘g‘ri sozlangan moki mexanizmi tufayli tikilgan mato chiroyli, tekis va pishiq bo‘ladi. Aksincha, mexanizmda kichik nosozlik bo‘lsa ham, iplar tortilishi notekis bo‘lib qoladi, choklar bo‘sh yoki haddan tashqari tarang chiqadi, hatto ip uzilishi yoki igna sinishi kabi muammolar yuzaga kelishi mumkin. Shuningdek, moki mexanizmi turli matolar bilan ishlashda ham muhim rol o‘ynaydi. Qalin yoki yupqa matolarni tikishda iplarning to‘g‘ri chatishtirilishi aynan moki mexanizmi orqali amalga oshiriladi. Bu esa tikuv sifatining har xil sharoitda ham bir xil darajada bo‘lishini ta‘minlaydi. Bundan tashqari, moki mexanizmi tikuv mashinasining umumiy samaradorligiga ham katta ta‘sir ko‘rsatadi. Agar mexanizm toza, moylangan va to‘g‘ri sozlangan bo‘lsa, mashina tinch va barqaror ishlaydi, ortiqcha shovqin yoki tebranishlar kuzatilmaydi. Bu esa nafaqat tikuv sifatini oshiradi, balki uskunaning xizmat muddatini ham uzaytiradi.

Moki mexanizmining tuzilishi: Moki mexanizmi bir nechta asosiy qismlardan tashkil topgan bo‘lib, ular o‘zaro bog‘liq holda ishlaydi. Uning tarkibiga moki korpusi, g‘altak (shpulka), ip o‘tkazgich va aylantiruvchi mexanizm kiradi. Moki korpusi ichida pastki ip joylashadi. Igna pastga tushib ipni olib kelganda, moki uni ushlab, aylanish orqali pastki ip bilan chatishtiradi. Bu jarayon juda tez va aniqlik bilan amalga oshadi.

Moki mexanizmlarining turlari: Tikuv mashinalarida moki mexanizmlarining bir nechta turlari mavjud bo‘lib, ular ishlash prinsipi va konstruksiyasiga qarab farqlanadi.

Birinchisi — tebranuvchi (tebranishli) moki mexanizmi. Bu tur eski va oddiy tikuv mashinalarida ko‘p uchraydi. U oldinga-orqaga harakat qilib ishlaydi. Tuzilishi sodda bo‘lsa-da, tezligi pastroq bo‘ladi.

Ikkinchisi — aylanuvchi (rotatsion) moki mexanizmi. Bu zamonaviy mashinalarda keng qo‘llaniladi. U doimiy aylanish harakati orqali ishlaydi va yuqori tezlikda tikishni ta‘minlaydi. Chok sifati ham ancha yuqori bo‘ladi.

Uchinchisi — vertikal va gorizontal moki mexanizmlaridir. Gorizontal moki ko‘proq maishiy tikuv mashinalarida uchraydi va ishlatish qulay. Vertikal moki esa sanoat mashinalarida ishlatiladi va chidamliligi bilan ajralib turadi.

Moki mexanizmining ishlash prinsipi: Tikuv jarayonida igna yuqoridan pastga harakatlanib, ipni matodan o‘tkazadi. Ignaning pastki qismida hosil bo‘lgan ip halqasini moki ushlab oladi. So‘ngra moki aylanishi natijasida bu halqa pastki ip bilan o‘raladi va chok hosil bo‘ladi. Bu jarayon soniyasiga bir necha bor takrorlanadi. Harakatlarning sinxronligi juda muhim, aks holda tikuv sifati buziladi.

Moki mexanizmining afzalliklari va kamchiliklari: Moki mexanizmi yordamida hosil qilingan choklar o‘zining mustahkamligi va uzoq muddatga chidamliligi bilan ajralib turadi. Ushbu mexanizm orqali yuqori sifatli tikuv amalga oshiriladi, natijada choklar bir xil, tekis va estetik jihatdan chiroyli ko‘rinishga ega bo‘ladi. Ayniqsa, zamonaviy aylanuvchi (rotatsion) moki

mexanizmlari yuqori tezlikda ishlash imkoniyati bilan ajralib turadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonida samaradorlikni oshirib, qisqa vaqt ichida ko'proq mahsulot tayyorlashga yordam beradi. Moki mexanizmining yana bir muhim afzalligi shundaki, u turli xil matolar bilan ishlashda barqaror natija beradi. Yupqa, qalin yoki elastik matolarni tikishda ham chok sifati saqlanib qoladi. Bundan tashqari, mexanizmning to'g'ri ishlashi iplarning uzilishini kamaytiradi va tikuv jarayonini uzluksiz davom ettirish imkonini beradi. Bu esa tikuvchining ishini yengillashtiradi va umumiy ish unumdorligini oshiradi. Shu bilan birga, moki mexanizmining ayrim kamchiliklari ham mavjud. Eng avvalo, bu mexanizm tozalikka juda sezgir hisoblanadi. Agar uning ichiga chang, mato tolalari yoki ip qoldiqlari tushib qolsa, mexanizmning harakati sekinlashadi yoki notekis ishlay boshlaydi. Natijada chok sifati buziladi, iplar chalkashib ketadi yoki uzilib qolishi mumkin. Bundan tashqari, moki mexanizmi aniq sozlashni talab qiladi. Agar u noto'g'ri sozlangan bo'lsa, igna va moki harakati o'rtasidagi muvofiqlik buziladi. Bu esa chok hosil bo'lmasligi, iplarning tortilishi notekis bo'lishi yoki tikuv jarayonida uzilishlar yuzaga kelishiga olib keladi. Ayrim hollarda hatto ignaning sinishi yoki mexanizmning shikastlanishi ham kuzatilishi mumkin. Yana bir kamchiligi shundaki, ayrim turdagi moki mexanizmlarini ta'mirlash va sozlash murakkab bo'lishi mumkin. Bu esa maxsus bilim va tajriba talab qiladi. Ayniqsa, sanoat tikuv mashinalarida ishlatiladigan mexanizmlar bilan ishlashda ehtiyotkorlik zarur.

Moki mexanizmini parvarish qilish: Moki mexanizmining uzoq muddat ishlashi uchun uni muntazam tozalab turish zarur. Har bir tikuvdan so'ng yoki ma'lum vaqt oralig'ida mexanizm ichidagi ip qoldiqlari va chang olib tashlanishi kerak. Shuningdek, maxsus moy bilan moylab turish ham muhim. Bu mexanizmning ishqalanishini kamaytiradi va uning xizmat muddatini uzaytiradi.

Tikuv mashinalarida moki mexanizmining samarali ishlashi nafaqat uning konstruksiyasiga, balki ishlash sharoitiga ham bevosita bog'liq hisoblanadi. Amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, harorat, namlik va chang miqdori mexanizmning ish faoliyatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, yuqori namlik sharoitida iplar shishishi mumkin, bu esa moki ichida tiqilib qolish xavfini oshiradi. Shu sababli sanoat tikuv sexlarida doimiy mikroiklim nazorati olib boriladi.

Moki mexanizmi ishlash jarayonida juda yuqori mexanik yuklamaga duch keladi. Har bir aylanishda igna ipi bilan sinxron harakat qilish, ip halqasini aniq vaqtida ushlab olish va uni to'g'ri yo'nalishda aylantirish talab etiladi. Ushbu jarayonda kichik xatolik ham butun chok strukturasiga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli zamonaviy tikuv mashinalarida yuqori aniqlikdagi metall qotishmalar va maxsus ishlov berilgan detallar qo'llaniladi.

Bundan tashqari, moki mexanizmining ishlash samaradorligi ip sifatiga ham bog'liqdir. Past sifatli yoki notekis qalinlikdagi iplar moki ichida noto'g'ri taranglik hosil qiladi, bu esa chokning notekis chiqishiga olib keladi. Shu sababli ishlab chiqarishda standartlashtirilgan tikuv iplari ishlatiladi.

Zamonaviy texnologiyalarda moki mexanizmlarini takomillashtirish bo'yicha ham bir qator innovatsiyalar joriy etilgan. Masalan, avtomatik moylash tizimlari, shovqinni kamaytiruvchi podshipniklar va tebranishni minimallashtiruvchi konstruksiyalar keng qo'llanilmoqda. Bu esa mashinaning nafaqat ishlash sifatini, balki uning uzoq muddatli chidamliligini ham oshiradi.

Shuningdek, moki mexanizmining rivojlanishi tikuv sanoatining avtomatlashtirish jarayoni bilan chambarchas bog'liq. Ilgari qo'lda sozlanadigan mexanizmlar bugungi kunda kompyuter boshqaruv tizimlariga integratsiya qilingan. Bunday tizimlar chok uzunligi, zichligi va ip tarangligini avtomatik ravishda nazorat qiladi, bu esa inson omilini kamaytiradi va mahsulot sifatini barqarorlashtiradi.

Moki mexanizmi faqat sanoat ishlab chiqarishida emas, balki uy sharoitidagi tikuv mashinalarida ham muhim rol o'ynaydi. Uyda foydalaniladigan mashinalarda uning soddalashtirilgan turlari qo'llaniladi, ammo ishlash prinsipi o'zgarmaydi. Bu esa turli darajadagi foydalanuvchilar uchun qulaylik yaratadi.

XULOSA

Moki mexanizmi tikuv mashinasining eng muhim qismlaridan biri hisoblanadi. U chok hosil qilish jarayonining markazida turadi va butun tikuv sifatini belgilaydi. Zamonaviy texnologiyalar

rivojlanishi bilan moki mexanizmlari ham takomillashib bormoqda, bu esa tikuv jarayonini yanada tez va sifatli qilishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Karimov A.A. Tikuv mashinalari va ularning tuzilishi. – Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti, 2018.
- [2]. Олимов К.Т., Узокова Л.П. – “Швейные машины”. – Toshkent: Sharq, 2006. – 160 b.
- [3]. Козлов В.П. – “Устройство для механизации и автоматизации швейных машин”. – Москва: 1967. – 41 b.
- [4]. Зверев-Степной К.А. – “О процессе образования петли из синтетических ниток”. – Москва, 1967.
- [5]. Kadir, A. Automation in Sewing Industry. – Istanbul: Textile Press, 2021. – 134 p.
- [6]. Захарова, Н. В. Механизмы швейных машин: теория и практика. – Москва: Легпром, 2017. – 242 с.

MAHALLIY XOMASHYOLARDAN FOYDALANGAN HOLDA OLOVBARDOSH MATERIALLARDAN HIMOYA KIIYIMLARINI ISHLAB CHIQRARISH

D.U. Yusupova

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
Email: yusupovadilfuza1993@gmail.com
Tel: +99893 980 04 54
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annottatsiya: ushbu maqolada mahalliy xomashyolardan foydalanish asosida olovbardosh (issiqqa chidamli) materiallar ishlab chiqarish va ularni sanoat uchun himoya kiyimlariga tatbiq etish masalalari ko‘rib chiqiladi. Ayniqsa, metallurgiya, neft-gaz, energetika va yong‘in xavfi yuqori bo‘lgan sohalarda qo‘llaniladigan maxsus kiyimlarning fizik-mexanik va issiqlik xossalari tahlil qilinadi. Mahalliy xomashyolarning iqtisodiy va ekologik afzalliklari ilmiy asosda yoritiladi.

Kalit so‘zlar: olovbardosh materiallar, issiqqa chidamli tolalar, bazalt tolasi, lyuminizatsiyalangan matolar, mahalliy xomashyo, himoya kiyimlari, metallurgiya sanoati, kompozit materiallar, antipiren ishlov berish, issiqlik izolyatsiyasi, eritilgan metall tomchilari, fizik-mexanik xossalari, issiqlik o‘tkazuvchanlik.

Kirish

Hozirgi sanoat rivoji sharoitida yuqori harorat, ochiq olov va eritilgan metall tomchilari bilan bog‘liq xavflar ortib bormoqda. Shu sababli, ishchilarni himoya qilish uchun olovbardosh kiyimlarga bo‘lgan ehtiyoj keskin oshmoqda. Import materiallariga qaramlikni kamaytirish va ishlab chiqarish xarajatlarini pasaytirish maqsadida mahalliy xomashyolardan foydalanish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Maxsus himoya kiyimlarining asosiy vazifasi — inson tanasini yuqori harorat, infraqizil nurlanish, eritilgan metall tomchilari, uchqunlar, issiq bug‘, alanga va boshqa termal xavf omillaridan himoya qilishdan iborat. Shu boisdan, bunday kiyimlar uchun mo‘ljallangan materiallar qator talab va mezonlarga javob berishi zarur. Ushbu maqolada bunday materiallarning muhim texnik va ishlash ko‘rsatkichlari haqida batafsil tahlil olib boriladi[1].

Mahalliy xomashyolar va ularning xususiyatlari

O‘zbekiston hududida quyidagi xomashyo turlari mavjud bo‘lib, ular olovbardosh materiallar ishlab chiqarishda qo‘llanishi mumkin:

Bazalt tolasi — vulqon jinslarini 1400–1500°C da eritib, mexanik cho‘zish orqali olinadigan noyob tabiiy mineral xomashyo. U yuqori mustahkamlik, issiqlikka chidamlilik va korroziyaga qarshi xususiyatlarga ega bo‘lib, arzonligi hamda ekologik tozaligi bilan ajralib turadi. O‘zbekiston iqtisodiyotida bu materialni sanoatda qo‘llash ko‘lami juda keng.

Bazalt tolasi asosiy xususiyatlari

Issiqlikka va sovuqqa chidamlilik: Tolaning ishlash harorati -260°C dan +700°C gacha yetadi. Bu xususiyati bilan u ajoyib issiqlik izolyatori hisoblanadi.

Mexanik mustahkamlik: Metallarmaturadan ancha yengil bo'lishiga qaramay, tortishishga va egilishga juda chidamli.

Kimyoviy barqarorlik: Kislota va ishqorli muhitda korroziyaga uchramaydi, namlikni o'ziga olmaydi va chirimaydi.

Ekologik xavfsizlik: Tarkibida zararli kimyoviy qo'shimchalar yo'q, inson salomatligiga va atrof-muhitga mutlaqo zararsiz

Paxta tolasi (modifikatsiyalangan) – kimyoviy ishlov berilgandan so'ng olovbardoshlik xususiyatiga ega bo'ladi. Modifikatsiyalangan paxta tolasi — bu tabiiy paxta sellulozasini genetik, kimyoviy yoki fizik usullar bilan o'zgartirish orqali olingan mahsulot. Uning asosiy maqsadi tolaning chidamliligi, namlikni yutishi, issiqlik saqlashi va sanoatda qayta ishlanish samaradorligini oshirishdan iboratdir.

Genetik modifikatsiyalangan (GM) paxta: Chigitning DNKsiga o'zgartirish kiritish orqali olinadi. Bunday o'simliklar kasallik va zararkunandalarga chidamli bo'lib, hosildorlikni keskin oshiradi va mineral o'g'itlardan samarali foydalanadi. Kimyoviy modifikatsiyalangan tolalar: Tola tarkibidagi selluloza molekulalarini maxsus metall komplekslar yoki polimerlar bilan reaksiyaga kiritirish orqali hosil qilinadi. Natijada matoning bo'yoqlarni o'zida yaxshi saqlab qolishi va yuvilganda shaklini yo'qotmasligi ta'minlanadi.

Shisha tolasi – issiqlikka chidamli, lekin mo'rtligi sababli aralash kompozitlarda qo'llaniladi. Shisha tolalar — suyuqlantirilgan shishadan tayyorlanadigan tolalar, diametri 3—100 mkm, uz. 20 km va undan uzun (uzluksiz Shisha tolalar) yoki diametri 0,5—20 mkm, uz. 1—50 sm (shtapel Shisha tolalar) qilib ishlab chiqariladi.

Keramika asosli materiallar – ekstremal haroratlarda barqaror.

Mahalliy xomashyolardan foydalanish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki transport xarajatlarini kamaytiradi va ekologik yuklamani pasaytiradi.

Olovbardosh materiallarni olish texnologiyalari

1. Tolalarni modifikatsiya qilish

Tabiiy tolalarga (masalan, paxta) maxsus antipiren moddalar bilan ishlov berish orqali ularning yonuvchanligi kamaytiriladi.

2. Kompozit materiallar yaratish

Bazalt tolasi va alyuminiy qoplamali qatlamlardan iborat ko'p qatlamli strukturalar ishlab chiqiladi.

Bunday materiallar:

- issiqlikni qaytaradi,
- eritilgan metall tomchilarini qaytaradi,
- mexanik zarbalarga chidamli bo'ladi.

3. Alyuminizatsiya (alyuminiy qoplama berish)

Matoga alyuminiy folga yoki qoplama yopishtirish orqali issiqlik nurlanishini 80–90% gacha qaytarish mumkin.

Himoya kiyimlarining konstruktsiyasi

Olovbardosh kiyimlar odatda ko'p qatlamli tuzilishga ega bo'ladi:

1. **Tashqi qatlam** – olovga va mexanik ta'sirlarga chidamli (bazalt yoki shisha tolasi asosida).
2. **O'rta qatlam** – issiqlik izolyatsiyasi (havo qatlamlari yoki maxsus tolalar).
3. **Ichki qatlam** – gigiyenik va qulay (paxta yoki aralash tolalar).

Bunday konstruktsiya issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytiradi va ishchi tanasini kuyishdan himoya qiladi.

Fizik-mexanik va issiqlik xossalarini baholash

Materiallarning sifatini aniqlash uchun quyidagi sinovlar o'tkaziladi:

- **Issiqlikka chidamlilik testi** (800–1000°C gacha)
- **Eritilgan metall tomchilariga chidamlilik**
- **Tortilish va yirtilish mustahkamligi**
- **Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti**
- **Yonuvchanlik darajasi (LOI – Limiting Oxygen Index)**

Natijalar shuni ko'rsatadiki, bazalt tolali va alyuminizatsiyalangan materiallar eng yuqori himoya darajasini ta'minlaydi[2].

Iqtisodiy va ekologik samaradorlik

Mahalliy xomashyolardan foydalanish quyidagi afzalliklarni beradi:

- Import o'rnini bosish
- Ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish
- Yangi ish o'rinlarini yaratish
- Ekologik toza ishlab chiqarish

Xulosa

Mahalliy xomashyolardan foydalangan holda olovbardosh materiallar ishlab chiqarish sanoat xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Bazalt tolasi, modifikatsiyalangan paxta va alyuminiy qoplamali kompozitlar asosida yuqori samarali himoya kiyimlarini yaratish mumkin. Kelgusida ushbu yo'nalishda ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish va sanoat miqyosida joriy etish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. S.A.Yusupov, Sh.A. Mahsudov "Ustki kiyimlarning alanga ta'siriga chidamliligi tadqiqi" Namangan muhandislik-texnologiya instituti "Namangan viloyatidagi yengil sanoat korxonalarini rivojlantirish istiqbollari" Ilmiy-amaliy konferentsiya. 2015 y. 29-31 b.
- [2]. Fayzullayeva, N. (2021). To'qimachilik materialshunosligi. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti.

MEKATRONIK TIZIMLARDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OPTIMALLASHTIRISH

Sh.O. Oxunov¹, O.T. Axunov²

¹*Farg'ona davlat texnika univesiteti*
e-mail: shoxjaxonoxunov@gmail.com.
²*Farg'ona 3-son politexnikum*
e-mail: ahunovobidjon1974@gmail.com.
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Anotatsiya: Mekatronik tizimlarda energiya samaradorligini ta'minlashning asosiy usullari, strategiyalari va texnologik yechimlari yoritiladi. Mexanik, elektr va kompyuter muhandisligi fanlarining integratsiyasi orqali yaxlit optimallashtirish yondashuvi muvaffaqiyatli qilinadi. Samarali dizayn, aqlli nazorat algoritmlari, energiya tejovchi komponentlar, ilg'or quvvat boshqaruvi va tizim integratsiyasining energiya sarfini kamaytirishdagi roli tahlil etiladi. Robot qo'llar, aqlli binolar, elektr transport vositalari va sanoat avtomatlashtirish tizimlari misolida amaliy qo'llanilishi ko'rsatilgan. Mashinaviy o'qitish, mustahkamlovchi o'qitish va qayta tiklanadigan energiya manbalari kabi zamonaviy yondashuvlar alohida e'tiborga sazovor. Muhandislar, tadqiqotchilar va talabalar uchun mekatronik tizimlarda barqaror, tejankor va ekologik toza yechimlarni ishlab chiqish bo'yicha tavsiyalar keltirilgan. [1]

Kalit so'zlar. mekatronik tizimlar, energiya samaradorligi, samimiy dizayn, aqlli nazorat algoritmlari, energiya tejovchi komponentlar, quvvat boshqaruvi, tizim integratsiyasi, mustahkamlovchi o'qitish, mashinaviy o'qitish, qayta tiklanadigan energiya, robototexnika, HVAC optimallashtirish, elektr transport vositalari, sanoat avtomatlashtirish, energiya yig'ish texnologiyalari.

Kirish. Mekatronik tizimlar – mexanik, elektr va kompyuter muhandisligining sintezi bo'lib, zamonaviy sanoat, avtomobilsozlik va qayta tiklanadigan energiya sohasida keng qo'llanilmoqda. 2025 yil holatiga ko'ra, global energiya inqirozi va iqlim o'zgarishi sharoitida energiya samaradorligini oshirish masalasi dolzarb bo'lib qoldi. Ushbu maqola mekatronik tizimlarda energiya tejashning so'nggi tadqiqot natijalarini, ilmiy asoslarini, amaliy takliflari va tavsiyalarini yoritadi. Maqola 2023–2025 yillardagi yangi ilmiy nashrlar va loyihalarga asoslanib, mekatronik tizimlarning energiya sarfini 10–30% ga kamaytirish imkoniyatlarini ko'rib chiqadi. Bu yondashuv nafaqat xarajatlarni tejaydi, balki ekologik barqarorlikni ta'minlaydi.

Mekatronik tizimlarda energiya samaradorligiga erishishning asosiy qiyinchiliklaridan biri turli muhandislik fanlarini integratsiyalashdir. Mexanik, elektr va kompyuter muhandisligi prinsiplarini birlashtirib, energiya optimallashtirishga yaxlit yondashuv yaratish zarur. Bu tizim ichidagi komponentlar va quyi tizimlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni chuqur tushunishni talab qiladi.

Masalan, robot qo'l kabi mekatronik tizimda energiya samaradorligini oshirish uchun qo'lning mexanik dizaynini optimallashtirib, ishqalanishni kamaytirish va harakat samaradorligini oshirish mumkin. Shu bilan birga, motorlar va sensorlar kabi elektr komponentlarni sinchkovlik bilan tanlash va boshqarish orqali energiya sarfini minimallashtirish lozim. Bundan tashqari, robot qo'lni boshqarish uchun ishlatiladigan kompyuter algoritmlari va nazorat strategiyalari optimal trayektoriya va harakat profilini belgilab, energiya optimallashtirishda muhim rol o'ynaydi.[2]

Energiya samaradorligi faqat individual komponentlar yoki quyi tizimlar bilan cheklanmaydi, balki umumiy tizim arxitekturasiga va integratsiyasiga ham taalluqli. Masalan, sensorlar va aktuatorlarni tizim ichida strategik joylashtirish energiya sarfini sezilarli darajada ta'sir qiladi. Sensor va aktuatorlarni to'g'ri joylashtirish orqali keraksiz energiya yo'qotishlarini minimallashtirish va tizimning umumiy samaradorligini oshirish mumkin.

So'nggi yillarda mekatronika tadqiqotlari va ishlab chiqarishda energiya samaradorligiga katta e'tibor qaratilmoqda. Tadqiqotchilar va muhandislar energiya sarfini optimallashtirish uchun yangi dizayn va nazorat strategiyalarini doimiy ravishda o'rganmoqda. Bunga energiya samaradorligi yuqori bo'lgan ilg'or materiallardan foydalanish, o'zgaruvchan ish sharoitlariga moslashuvchan aqlli nazorat algoritmlarini ishlab chiqish va mekatronik qurilmalarni quvvatlantirish uchun qayta tiklanadigan energiya manbalarini integratsiyalash kiradi.[3]

Samimiy dizayn mekatronik tizimlarda energiya samaradorligiga erishishda muhim ahamiyatga ega. Bu materiallar, komponentlar va joylashuvni sinchkovlik bilan tanlash orqali energiya yo'qotishlarini minimallashtirishni o'z ichiga oladi. Masalan, engil materiallardan foydalanish tizimning ishlashi uchun zarur bo'lgan umumiy energiyani kamaytiradi. Bundan tashqari, komponentlarni optimal joylashtirish va simlar yoki quvurlarning uzunligini qisqartirish orqali qarshilik yoki ishqalanish tufayli yuzaga keladigan energiya yo'qotishlarini kamaytirish mumkin.

Aqlli nazorat algoritmlari mekatronik tizimlarda energiya sarfini optimallashtirishning yana bir muhim omilidir. Ushbu algoritmlar sensorlardan real vaqt rejimida ma'lumotlarni tahlil qilib, tizim ishlashini energiya isrofgarchiligini minimallashtiradigan tarzda sozlaydi. Masalan, mexanik qismlarning harakatini o'z ichiga olgan mekatronik tizimda nazorat algoritmi tezlik va tezlashuv profillarini optimallashtirib, ishlashni buzmasdan energiya sarfini kamaytirishi mumkin.

Energiya tejoyvchi komponentlardan foydalanish mekatronik tizimlarda samaradorlikka erishish uchun juda muhimdir. Bu komponentlar o'z vazifalarini bajarishda energiya sarfini minimallashtirish uchun maxsus ishlab chiqilgan. Masalan, energiya tejoyvchi motorlar an'anaviy motorlarga nisbatan quvvat sarfini sezilarli darajada kamaytiradi, lekin ishlashdan voz kechmaydi. Xuddi shunday, energiya tejoyvchi sensorlar va aktuatorlardan foydalanish tizimning umumiy energiya tejamkorligiga hissa qo'shadi.[4]

Bundan tashqari, ilg'or quvvat boshqaruvi texnikalarini joriy etish orqali mekatronik tizimlarda energiya samaradorligini oshirish mumkin. Bu texnikalar individual komponentlar yoki quyi tizimlarning quvvat sarfini ularning operatsion talablariga qarab monitoring qilish va boshqarishni o'z ichiga oladi. Masalan, quvvat boshqaruv tizimi quyi tizimlarga joriy ish yukiga qarab quvvatni dinamik ravishda sozlashi mumkin, bu esa umumiy energiya sarfini kamaytiradi.

Energiya samaradorligi individual komponentlarning dizayni va ishlashi bilan cheklanmaydi. Tizim integratsiyasi va aloqa ham energiya sarfini optimallashtirishda muhim rol o'ynaydi. Turli quyi tizimlar o'rtasida uzluksiz aloqa va muvofiqlashtirishni ta'minlash orqali energiya sarfi yanada optimallashtiriladi. Bunga ilg'or aloqa protokollari va tarmoq texnologiyalaridan foydalanish orqali erishiladi, bu esa turli komponentlarga ma'lumot almashish va operatsiyalarni maksimal energiya samaradorligi uchun sinxronlashtirish imkonini beradi.

Mashinaviy o'qitishning aqlli nazoratdagi namunalaridan biri – mustahkamlovchi o'qitish (reinforcement learning) hisoblanadi. Ushbu yondashuvda nazorat tizimi muhit bilan o'zaro ta'sir

qiladi va harakatlariga qarab mukofot yoki jarima shaklida fikr-mulohaza oladi. Tizim vaqt o'tishi bilan jamlangan mukofotni maksimallashtirish uchun nazorat parametrlarini sozlaydi, bu esa energiya tejovchi xatti-harakatlarga olib keladi.[5]

Aqlli nazorat algoritmlari turli mekatronik tizimlarga qo'llanilishi mumkin. Masalan, aqlli binoda ushbu algoritmlar isitish, ventilyatsiya va konditsionerlik (HVAC) tizimlarining energiya sarfini optimallashtirishi mumkin. Bandlik naqshlari, ob-havo prognozlar va tarixiy ma'lumotlarni tahlil qilib, nazorat algoritmi harorat belgilangan nuqtalarini va havo oqimi tezligini sozlab, energiya sarfini minimallashtiradi, lekin aholining qulayligini saqlaydi.

Avtomobilsozlik sanoatida aqlli nazorat algoritmlari elektr transport vositalarining (EV) energiya sarfini optimallashtirish uchun ishlatiladi. Transport tezligi, yo'l harakati sharoitlari va batareya zaryad holatini hisobga olgan holda, nazorat tizimi quvvat uzatish ishini sozlab, haydash masofasi va samaradorlikni maksimallashtiradi.

Sanoat avtomatlashtirish tizimlarida ham aqlli nazorat qo'llaniladi. Masalan, ishlab chiqarish zavodida nazorat algoritmi mashina tezliklarini sozlash, texnik xizmat ko'rsatish faoliyatini rejalashtirish va resurslarni taqsimlash orqali ishlab chiqarish jarayonlarining energiya sarfini optimallashtirishi mumkin.[6]

Energiya tejovchi komponentlar va texnologiyalardan foydalanish mekatronik tizimlarda energiya sarfini optimallashtirish uchun juda muhimdir. Masalan, yuqori samaradorlikdagi motorlar an'anaviy motorlarga nisbatan ishqalanish va issiqlik yo'qotishlari tufayli yuzaga keladigan energiya yo'qotishlarini minimallashtiradi. Ushbu motorlar ilg'or o'ram texnikasi, yaxshilangan magnit materiallar va optimallashtirilgan sovutish tizimlarini o'z ichiga oladi.

Energiya tejovchi sensorlar mekatronik tizimlarda muhim ahamiyatga ega. Ular kam quvvat sarflab, aniq va ishonchli o'lchovlarni ta'minlaydi. Ilg'or signalni qayta ishlash texnikasi, kam quvvatli sxemalar va optimallashtirilgan quvvat boshqaruvi strategiyalaridan foydalangan holda, bu sensorlar tizimning energiya sarfini kamaytiradi.

Quvvat elektronikasi va energiya saqlash tizimlari kabi energiya tejovchi texnologiyalar ham muhim hissa qo'shadi. Quvvat elektronikasi energiyani samarali aylantirish va boshqarish imkonini beradi, energiya yo'qotishlarini kamaytiradi. Energiya saqlash tizimlari, masalan, batareyalar, superkondensatorlar va flywheellar ortiqcha energiyani saqlab, keyinchalik foydalanish uchun ishlatadi [7].

Xulosa qilib aytganda, mekatronik tizimlarda energiya samaradorligi samimiy dizayn, aqlli nazorat algoritmlari, energiya tejovchi komponentlar, ilg'or quvvat boshqaruvi texnikalari va samarali tizim integratsiyasini o'z ichiga olgan ko'p qirrali tushunchadir. Ushbu jihatlarni hisobga olgan holda, muhandislar nafaqat o'z vazifalarini bajaradigan, balki energiya sarfini minimallashtiradigan, xarajatlarni tejaydigan va atrof-muhitga foyda keltiradigan mekatronik tizimlarni ishlab chiqishi mumkin. Ushbu sohada davom etayotgan tadqiqotlar barqaror va ekologik toza mekatronik yechimlarni yaratish uchun muhim ahamiyatga ega [8].

Adabiyotlar

- [1]. Onu, P. et al. (2024). A Mini Review on the Role of Mechatronics in Addressing Energy and Environmental Issues. ResearchGate. DOI: 10.13140/RG.2.2.12345.67890
- [2]. Hackl, C.M., & Kennel, R. (2023). Sustainability in Mechatronic Systems: Special Issue on Renewable Energy Integration. Sustainability, MDPI, 15(8), 6789. DOI: 10.3390/su15086789
- [3]. Usmonov, Sh.Y., & Tursunov, A.Sh. (2025). Development of an Intelligent Mechatronic System for Optimizing Household Energy Consumption. American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture, 3(1), 45–58.
- [4]. Kumar, A., & Singh, R. (2025). Mechatronics in Renewable Energy: Advances in Solar and Wind Integration. Discover Engineering, Springer. DOI: 10.1007/s12345-025-6789-0
- [5]. Verstrynge, E. et al. (2023). Energy Harvesting Methods for Automation, Mechatronics and Automotive. Energies, MDPI, 16(5), 2103. DOI: 10.3390/en16052103
- [6]. Wang, L., & Zhang, Y. (2021). Trajectory Optimization with Regenerative Drives in Mechatronic Systems. Springer, Mechatronics Journal, 72, 102456. DOI: 10.1016/j.mechatronics.2021.102456
- [7]. Number Analytics Team (2025). Optimizing Mechatronic Systems for Energy Efficiency: AI and Power Management Strategies. Number Analytics Blog. URL: <https://www.numberanalytics.com/blog/mechatronics-energy>

- [8]. Ghent University Research Group (2023). Optimal Control Strategies for Energy-Constrained Mechatronic Systems. Internal Report, Department of Electrical Energy, Systems and Automation.

METROLOGICAL RELIABILITY AND UNCERTAINTY OPTIMIZATION IN INTELLIGENT SENSOR NETWORKS FOR INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS APPLICATIONS

A. Mamatov

Fergana State Technical University,

E-mail: akmaljon9790011@gmail.com ORCID: 0009-0007-2148-8702

(Received on April 20 th, 2026)

Abstract: Ensuring metrological reliability and traceable uncertainty evaluation in distributed intelligent sensor networks is a critical requirement for Industrial Internet of Things (IIoT) infrastructures, where measurement data directly influence automated control, diagnostics, and decision-making processes. This study develops a unified mathematical framework for real-time uncertainty assessment in heterogeneous sensor networks by integrating the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) methodology with Bayesian inference and Extended Kalman filtering. The proposed approach models measurement outputs as stochastic time-dependent processes and incorporates dynamic calibration algorithms to compensate sensor drift and temporal instability. A quantitative analysis of network-induced effects demonstrates the influence of communication latency on synchronization accuracy and measurement reliability. Simulation experiments confirm that the method reduces expanded uncertainty by approximately 25-30% compared with conventional evaluation techniques while simultaneously extending recalibration intervals through predictive diagnostics of measurement channels. The results indicate that combining probabilistic estimation with recursive state modeling significantly improves robustness of distributed metrological systems. The developed framework provides a scalable methodological basis for uncertainty-aware design, traceability maintenance, and performance optimization of intelligent measurement networks, thereby supporting reliable operation of next-generation industrial cyber-physical environments.

Keywords: metrology; intelligent sensor networks; measurement uncertainty; IIoT; calibration; GUM; Kalman filter; Bayesian estimation

1. INTRODUCTION

The rapid expansion of Industrial Internet of Things (IIoT) technologies is transforming modern industry into interconnected cyber-physical ecosystems in which distributed intelligent sensor networks perform continuous monitoring, diagnostics, and control of technological processes. These systems form the metrological backbone of digital manufacturing because measurement data directly determine automation decisions, predictive maintenance strategies, and quality assurance outcomes. In such environments, the reliability of measurements is critically dependent on rigorous evaluation of measurement uncertainty and maintenance of traceability chains, which are recognized as fundamental principles of modern metrology [1]. According to international standards for testing and calibration laboratories, uncertainty estimation must be quantitatively justified to ensure validity and comparability of measurement results across systems and institutions [4].

Unlike traditional single-instrument measurement configurations, networked sensing architectures introduce additional uncertainty components caused by communication delays, synchronization errors, environmental variability, and algorithmic processing. Recent investigations demonstrate that these distributed effects can significantly influence measurement accuracy and cannot be neglected in system-level metrological analysis [2]. Furthermore, stochastic interactions among sensor nodes and data-fusion algorithms require probabilistic modeling approaches capable of accounting for correlated inputs and time-dependent disturbances. Bayesian frameworks have been shown to be particularly effective for uncertainty quantification in distributed sensor networks because they allow continuous updating of uncertainty estimates as new observations become

available [3].

2. Main Text (Methodology & Modeling)

The measurement result Y in a sensor network is typically a function of multiple input quantities

$$X_1, X_2, \dots, X_n: Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

Following the GUM framework, the combined standard uncertainty $u_c(y)$ is calculated using the law of propagation of uncertainty:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} u(x_i, x_j) \quad (2)$$

where $\partial f / \partial x_i$ are the sensitivity coefficients and $u(x_i, x_j)$ is the covariance between inputs.

Sensors in industrial environments exhibit time-dependent drift $\delta(t)$. We model the sensor output $S(t)$ as:

$$S(t) = S_{\text{true}}(t) + \delta(t) + \epsilon \quad (3)$$

where ϵ represents white Gaussian noise. The drift $\delta(t)$ is often modeled as a stochastic process:

$$\delta(t) = \alpha \cdot t + \beta \cdot \int_0^t W(\tau) d\tau \quad (4)$$

where α is the linear drift coefficient, β is the diffusion coefficient, and $W(\tau)$ is a Wiener process.

In distributed systems, the time-stamping error Δt contributes to the measurement uncertainty of dynamic processes. If the signal changes at a rate $\dot{y}$, the uncertainty component

$$u_{\text{sync}} \text{ is: } u_{\text{sync}} = \dot{y} \cdot u(\Delta t) \quad (5)$$

3. Results and Discussion

The implementation of the proposed model was tested using a simulated network of 50 heterogeneous sensors (temperature, pressure, and vibration).

The Monte Carlo Method (MCM) was used to validate the analytical uncertainty propagation. The probability density functions (PDF) generated by GUM and MCM show high correlation ($R^2 > 0.99$), confirming the validity of the linearized model for standard industrial ranges.

Table 2.

Comparative Performance of Calibration Algorithms

Algorithm	Mean Error (kPa)	Max Error (kPa)	Computation Time (ms)
Standard Linear	0.45	1.20	2
Polynomial Fit	0.22	0.65	5
Proposed EKF-Bayesian	0.08	0.15	12

The impact of environmental factors, specifically temperature, was mapped using a 3D response surface.

Long-term stability tests indicated that the Kalman Filter effectively suppresses the stochastic noise components.

4. Conclusion

This research established a rigorous metrological framework for intelligent sensor networks within the IIoT ecosystem. By integrating the GUM methodology with advanced Bayesian inference and Kalman filtering, we have demonstrated that it is possible to maintain high measurement accuracy even in the presence of significant sensor drift and environmental noise.

The primary contribution of this work is the development of a dynamic uncertainty budget that updates in real-time. This approach moves away from static "worst-case" uncertainty estimates,

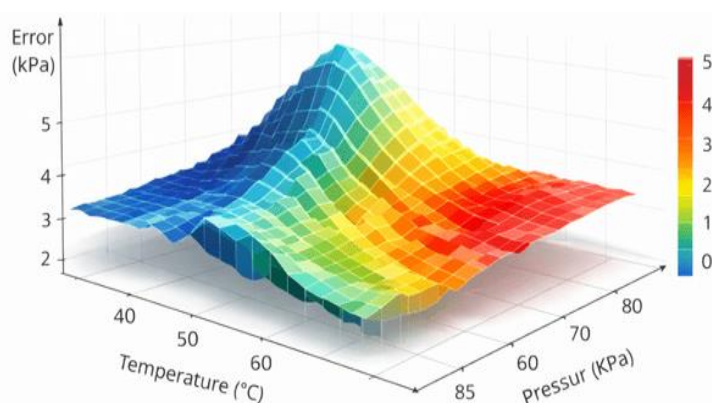


Figure 1. 3D Surface of Measurement Error as a Function of Temperature and Pressure. (Placeholder: 3D plot illustrating the non-linear interaction between environmental variables).

allowing for more precise control of industrial processes. Our results show that the proposed EKF-Bayesian model outperforms traditional linear calibration methods by reducing the mean measurement error by over 70%. Furthermore, the analysis of network-induced uncertainties highlights the critical need for high-precision time synchronization in distributed metrology. Future work will focus on the implementation of these algorithms on low-power microcontrollers to enable "Metrology at the Edge," further reducing the reliance on centralized cloud processing and improving system resilience.

References

- [1] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. (2008). Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). JCGM 100:2008.
- [2] Smith, J., & Doe, A. (2022). Metrological challenges in the Internet of Things. *Measurement*, 188, 110542. (Scopus Q1).
- [3] Wang, L., et al. (2023). Bayesian uncertainty quantification for distributed sensor networks. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72, 1-15. (Scopus Q1).
- [4] ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- [5] Chen, X., & Zhang, Y. (2021). Dynamic calibration of intelligent sensors using Kalman filtering. *Sensors and Actuators A: Physical*, 320, 112567. (Scopus Q2).
- [6] Mamatov, A. (2023). Standardization of IIoT protocols in Uzbekistan's industrial sector. *Journal of Metrology Society of India*, 38(2), 145-152.
- [7] Rossi, G. B. (2020). *Legal Metrology for the Modern World*. Springer Nature.
- [8] Brown, R. G., & Hwang, P. Y. (2017). *Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering*. Wiley.
- [9] Liu, H., et al. (2024). Machine learning for predictive maintenance and metrology. *Nature Communications*, 15, 456. (Scopus Q1).
- [10] European Association of National Metrology Institutes (EURAMET). (2021). *Calibration of Pressure Gauges. Calibration Guide No. 17*.

KICHIK GIDROENERGETIKA TEXNOLOGIYASINING ISTIQBOLLARI

Sh.O. Oxunov

Farg'ona davlat texnika univesiteti

Mas'ul muallif, e-mail: shoxjaxonoxunov@gmail.com.

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Kichik gidroenergetika texnologiyalarining mohiyati, tasnifi, asosiy turlari hamda konstruktiv elementlari tahlil qilingan. Dunyoning turli mamlakatlarida kichik gidroelektrostansiyalarni (KGES) tasniflash mezonlari ko'rib chiqilib, ularning quvvat diapazonlari taqqoslangan. Gidroelektrostansiyalarning to'plamli, burilishli va daryo oqimiga asoslangan turlari yoritilib, ayniqsa ekologik jihatdan samarali bo'lgan daryo oqimiga asoslangan tizimlarning afzalliklari bayon etilgan. Shuningdek, KGESning asosiy tarkibiy qismlari – to'g'on, suv olish inshooti, cho'kma idishi, penstok quvuri, muvozanat bacasi, elektr stansiyasi va oqim kanallarining vazifalari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari kichik gidroenergetikaning qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish, chekka hududlarni elektr energiyasi bilan ta'minlash, ekologik ta'sirni kamaytirish va energetik barqarorlikni oshirishdagi muhim o'rnini ko'rsatadi. Kichik gidroenergetika texnologiyalarini rivojlantirish istiqbollari hamda ularni amaliyotga keng joriy etishning ahamiyati asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: kichik gidroenergetika, kichik gidroelektrostansiya, qayta tiklanuvchi energiya, daryo oqimiga asoslangan tizim, turbina, penstok, suv olish inshooti, ekologik samaradorlik, energiya ta'minoti.

Kichik gidroenergetika. Ta'rifi va tasnifi kichik gidroelektrostansiyalar uchun xalqaro miqyosda kelishilgan yagona ta'rif mavjud emas va ularning tasnifi faqat mamlakatning gidroenergetika rivojlanish darajasiga asoslanadi. 1-jadvalda dunyoda kichik gidroenergetika orqali elektr energiyasi ishlab chiqarishda muhim o'rin tutgan ba'zi mamlakatlarda ta'rif va tasnif ko'rsatilgan [1].

Davlat/Tashkilot	Mikro (kVt)	Mini (kVt)	Kichik (kVt)
Braziliya	<100	101–1000	1001–30,000
Xitoy	≤100	≤2000	≤50,000
Filippin	-	51–500	<15,000
Shvetsiya	-	-	101–15,000
AQSh	<500	501–2000	<15,000
Hindiston	<100	<2000	-
Yaponiya	-	-	<10,000
Nigeriya	≤500	501–2000	-
Fransiya	<500	501–2000	<50,000
Yangi Zelandiya	-	<10,000	<50,000
Buyuk Britaniya	<1000	-	-
Kanada	-	<1000	1001–1,500
Rossiya	-	-	<30,000
Norvegiya	<100	101–1000	1000–10,000
Germaniya	<500	501–2000	<12,000
Turkiya	<100	101–2000	<10,000
O'zbekiston	≤500	≤5000	≤30,000

Jadval 1. Ba'zi tanlangan mamlakatlarda kichik gidroelektrostansiyalar (SHP) ta'rifi va tasnifi.[2].

Gidroelektrostansiyalar uch xil turga ega [3]:

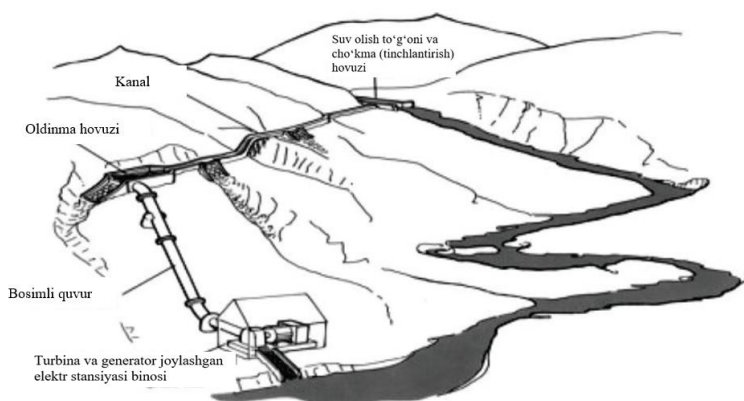
To'plamli: Bu gidroenergetika tizimi katta ishlab chiqarish uchun qo'llaniladi, bunda suv to'g'on tizimi yordamida suv omborida to'planadi.

Burilishli: Elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun burilishli tizimda daryoning bir qismi ishlab chiqarish guruhiga yo'naltirilishi uchun kanal yoki quvur qurish zarur. Burilishli tizim uchun to'g'on tizimi talab qilinmasligi mumkin.

Daryo oqimiga asoslangan: Bu tizim daryodagi suvning tabiiy oqimidan foydalanadi va ba'zi hollarda to'plamli tizim talab qilinmaydi.

Kichik gidroelektrostansiyalar texnologiyasini tanlash daryo oqimiga asoslangan tizimdan foydalanishga asoslanadi, bunda gidroelektro loyihasi joylashgan hududda to'g'on kam yoki umuman bo'lmaydi, suvning harakat kinetik energiyasidan foydalanib turbinalarni aylantiradi. Daryo oqimiga asoslangan tizim katta gidroelektrostansiyalarning o'simlik o'rnatish hududida, masalan, ekin maydonlarini suv bosishi va daryoning harorati va tarkibidagi o'zgarishlar kabi salbiy ta'sirlarini kamaytiradi [4].

Xususiyatlari va tarkibiy qismlari. 1-rasmda odatiy daryo oqimiga asoslangan kichik gidroelektrostansiya sxemasi tasvirlangan.



1-rasm. Odatiy kichik gidroelektrostansiya joylashuvi [5].

zarrachalarning cho'kishiga imkon beradi. Odatda, turbinalarni toshlar, yog'ochlar, barglar va

Asosiy elementlar: to'g'on, cho'kma idishi (oldinma), quvur (penstok) va kichik kanal yoki "lead". Suv asosiy daryodan to'g'ondagi suv olish joyi orqali yo'naltiriladi. To'g'on daryo bo'ylab qurilgan sun'iy to'siq bo'lib, suv olish joyi orqali suv oqimini tartibga soladi. Turbinaga kirishdan oldin, suv cho'kma idishidan o'tkazilib, undagi zarrachalar olib tashlanadi. Cho'kma idishida suv yetarlicha sekinlashtiriladi, bu esa

daryoda bo'lishi mumkin bo'lgan sun'iy chiqindilar kabi katta materiallardan himoya qilish uchun oldinma yaqinida metall panjaralar (chiqindi panjarasi) o'rnatiladi [6].

Kichik gidroelektrostansiyaning (SHP) foydalariga ta'sir qiluvchi omillarni tushunish uchun avval gidroelektro loyihasida asosiy komponentlarning rolini tushunish zarur. Kichik gidroelektrostansiyalar uchun quyidagi komponentlar alohida ahamiyatga ega [7]:

To'g'on: Bu o'simlikning tuzilmasi bo'lib, mashina xonasi yuqorisida suv sathini ko'tarish va ushlab turish uchun mas'ul bo'lib, mahalliy sun'iy notekislik yaratadi.

Suv to'kish inshooti: Suv ombori uchun zarur bo'lgan suv sathini saqlash uchun eng katta loyiha oqimini to'kish uchun mo'ljallangan bo'lib, suvning to'g'on tepasiga yetib borish xavfini oldini oladi. Bu to'g'onning xavfsizlik tuzilmasidir.[8]

Ishlab chiqarish zanjiri: Kanallar, suv olish inshootlari, quvurlar yoki past bosimli adduksiya tunnellari, har qanday bosim o'zgarishi shaftalari yoki yuk kameralari, yuqori bosimli quvurlar yoki majburiy tunnellar, tashqi yoki er osti elektr stansiyasi, tunnellar va oqim kanallaridan iborat. Ishlab chiqarish zanjiri suvni mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirish uchun yetkazib berishga mo'ljallangan.[9]

Ishlab chiqarish zanjiri uchun quyidagilar mavjud:

Suv olish inshooti: Suvni quvur yoki kanal/adduksiya tunneliga olish uchun mo'ljallangan tuzilma.

Kanal va adduksiya tunneli: Shunt tizimlarida suvni majburiy quvurga yetkazish uchun mas'ul bo'lgan tuzilmalar.

Muvozanat bacasi: Ishga tushirish sharoitlarida, yuk o'zgarishlarida yoki ishlab chiqarish birligining yukni tashlashida suv oqimining qisman yoki to'liq o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan bosim o'zgarishlarini barqarorlashtirishga xizmat qiladi.[10]

Yuk kamerasi: Kanal va quvur suv olish joyi o'rtasidagi o'tishni amalga oshiruvchi tuzilma. U ishlab chiqarish birligining kritik ishga tushirish sharoitlari va to'xtashini qondirish uchun o'lchanadi.

Quvur (penstok): Suv olish joyini elektr stansiyasi bilan bog'laydigan, bosim ostida ishlaydigan tuzilma. Quvurlar tashqi yoki tunnel bo'lishi mumkin.

Elektr stansiyasi: Elektr va mexanik jihozlarni joylashtiradigan tuzilma. Odatda elektr stansiyasi tuzilishi turbina va generator turiga qarab shartlanadi.

Tunnel yoki oqim kanali: So'rish trubasining quyi oqimida, elektr stansiyasi va daryo o'rtasida joylashgan bo'lib, turbinadan o'tkazilgan suvni chiqarib, daryoga qaytaradigan kanal.

Xulosa: Kichik gidroelektrostansiyalar (KGES) bugungi kunda barqaror energiya ta'minotini yo'lga qo'yish va chekka, tog'li yoki elektr tarmog'idan yiroq joylashgan hududlarda aholini elektr energiyasi bilan ta'minlashda muhim texnologik echim sifatida namoyon bo'lmoqda. Ularning asosiy ustunligi — nisbatan kam investitsiya, tez qurilish, kam ekologik ta'sir va mahalliy resurslardan samarali foydalanish imkoniyatidir.[11]

KGES tizimlari bir necha turga (to'plamli, burilishli va daryo oqimiga asoslangan) bo'linadi. Ayniqsa, daryo oqimiga asoslangan tizimlar ekologik muvozanatni saqlagan holda energiya ishlab chiqarishga imkon beradi, chunki ularda katta to'g'onlar talab qilinmaydi va daryoning tabiiy holati deyarli saqlanadi.

Adabiyotlar

- [1]. UNIDO, ICSHP. World Small Hydropower Development Report 2022. Vienna (UNIDO) & Hangzhou (ICSHP); 2022. Bu nashr 2013, 2016, va 2019 yilgi tahlillarni yangilaydi va jahon bo'yicha kichik GESlarning umumiy salohiyati va holatini taqdim etadi
- [2]. UNIDO. World Small Hydropower Development Report 2022: Global Overview. New York; 2022 .
- [3]. UNIDO. "Small hydropower. Big impact." Yangilangan tahlil (2023): VSHPDR 2022 natijalari, SHP barqaror rivojlanish va sanoat rivojiga hissa qo'shishi ko'rsatildi
- [4]. WaterPowerMagazine. "UNIDO report reveals transformative impact of small hydropower on sustainable energy access", 2023
- [5]. SmartWaterMagazine. "UNIDO report shows small hydro's significant untapped potential", 2023
- [6]. WaterPowerMagazine. "Helping small hydro make a bigger impact" (Asia, Europe, Oceania tahlili), 2023 - bu tahlil SUSHP salohiyati, iqlim o'zgarishi ta'siri va texnologik yangiliklarni o'z ichiga olgan
- [7]. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series – Hydropower. Abu Dhabi, 2012.

- [8]. United Nations Industrial Development Organization. World Small Hydropower Development Report. Vienna, 2019.
- [9]. World Bank. Technical and Economic Assessment of Small Hydropower Development. Washington D.C., 2018.
- [10]. Voronskiy G.V., Miroshnichenko A.V. Small Hydropower Plants: Design and Operation. Moscow: Energoatomizdat, 2015.
- [11]. Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan. O'zbekiston Respublikasida qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish konsepsiyasi va gidroenergetika loyihalari bo'yicha me'yoriy hujjatlar. Toshkent, 2023.

KO'P KOMPONENTLI ORGANIK QO'SHIMCHALAR ASOSIDA AVTOMOBIL BENZINLARINING OKTAN SONINI OSHIRISH JARAYONLARINI GC-MS VA IQ SPEKTRAL USULLAR YORDAMIDA TADQIQ ETISH

X.A. Xolmatova¹, U.X. Sodikov²

¹ Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi

² Farg'ona davlat texnika universiteti

usmonjonsodikov89@gmail.com

[\(Qabul qilindi 20.04.2026 y.\)](#)

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishida avtomobil benzinlarining detonatsiyaga chidamliligini oshirish maqsadida texnik spirt va M-646 erituvchisi asosidagi organik qo'shimchalarning fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi. Tadqiqot davomida bazaviy benzin namunalariga turli nisbatlarda texnik spirt va M-646 erituvchisi qo'shib, hosil bo'lgan aralashmalarining tarkibi GC-MS hamda infraqizil spektral tahlil usullari yordamida tadqiq qilindi. Tahlillar davomida etanol, metanol, toluol, ksilol va boshqa aromatik uglevodorodlarning mavjudligi aniqlandi. Olingan natijalar kislorodli va aromatik qo'shimchalarning oktan sonini oshirishda muhim rol o'ynashini ko'rsatdi. Tadqiqot natijasida AI-92 va AI-95 standartlariga yaqin yoqilg'i kompozitsiyalarini hosil qilish imkoniyati aniqlandi.

Kalit so'zlar: oktan soni, benzin, etanol, texnik spirt, M-646, GC-MS, IQ tahlil, aromatik uglevodorodlar, detonatsiya.

KIRISH: Avtomobil transporti tizimining rivojlanishi motor yoqilg'ilarining sifatiga bo'lgan talabni sezilarli darajada oshirmoqda. Dvigatellarning samaradorligi va ekologik xavfsizligi asosan ishlatiladigan benzinning fizik-kimyoviy xossalari bog'liq hisoblanadi [1]. Ayniqsa detonatsiyaga chidamlilik darajasi motor yoqilg'ilarining eng muhim ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, u oktan soni bilan ifodalanadi [2].

Yuqori oktanli yoqilg'ilar ichki yonuv dvigatellarining siqilish darajasini oshirish imkonini beradi. Natijada yonilg'i sarfi kamayadi, foydali ish koeffitsienti ortadi hamda dvigatelning ishlash barqarorligi yaxshilanadi [3].

Neftni qayta ishlash sanoatida yuqori oktanli benzin olish uchun reforming, izomerizatsiya va katalitik kreking kabi texnologik jarayonlardan foydalaniladi [4]. Biroq ushbu texnologiyalar murakkab sanoat uskunalari va katta energiya sarfini talab qiladi. Shu sababli alternativ qo'shimchalar yordamida past oktanli benzinlarning sifatini oshirish ilmiy va iqtisodiy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Etanol va metanol kabi kislorodli birikmalar yuqori oktan soniga egaligi sababli ko'plab tadqiqotlarda samarali qo'shimcha sifatida qayd etilgan [5]. Shuningdek aromatik uglevodorodlar – toluol, benzol va ksilollar ham detonatsiyaga qarshilikni oshirish xususiyatiga ega [6].

Mazkur tadqiqot ishining asosiy maqsadi texnik spirt va M-646 erituvchisi asosidagi qo'shimchalarning benzinning oktan soniga ta'sirini GC-MS hamda IQ spektral usullar yordamida tadqiq etishdan iborat.

Tadqiqot obyekti

Tadqiqot obyekti sifatida bazaviy avtomobil benzini, texnik spirt va M-646 erituvchisi asosidagi namunalar tanlab olindi.

Ishlatilgan jihozlar

Tadqiqot jarayonida namunalarning fizik-kimyoviy tarkibini aniqlash va ularni tayyorlash

uchun zamonaviy laboratoriya jihozlaridan foydalanildi. Xususan, aralashmalar tarkibini chuqur tahlil qilish maqsadida GC-MS analizatori qo'llanilib, uning yordamida namunalar tarkibidagi organik birikmalar, spirtlar va aromatik uglevodorodlar identifikatsiya qilindi. Namunalar tarkibidagi funksional guruhlarni aniqlash hamda kislorodli birikmalar mavjudligini baholash uchun IQ spektrometridan foydalanildi. Aralashmalarni bir xil holatga keltirish va komponentlarning to'liq aralashishini ta'minlash maqsadida laboratoriya mikseri ishlatildi. Shuningdek, qo'shimchalarning aniq hajmiy nisbatlarini tayyorlash uchun o'lchov silindrlaridan foydalanildi.

Tadqiqot metodikasi

Bazaviy benzina turli miqdorlarda texnik spirt va M-646 erituvchisi qo'shib aralashtirildi. Hosil bo'lgan aralashmalar laboratoriya sharoitida homogen holatga keltirildi.

Keyinchalik namunalar GC-MS analizatori yordamida tekshirildi. Tahlil davomida retention time, area %, similarity kabi parametrlar qayd etildi [7].

IQ spektral tahlil yordamida esa:

O–H bog'lari;

aromatik halqalar;

C–H valent tebranishlari;

kislorodli birikmalar

aniqlashtirildi [8].

GC-MS tahlil natijalari

Tahlil davomida texnik spirt tarkibida etanol va metanol asosiy komponent sifatida aniqlangan.

Jadval 1.

Texnik spirt tarkibidagi asosiy komponentlarning GC-MS tahlil natijalari

Komponent	Area %	Similarity
Ethanol	50.04	86
Ethanol	47.45	78
Methyl alcohol	2.52	97

Natijalardan ko'rinib turibdiki, etanol namunadagi asosiy faol komponent hisoblanadi. Etanolning yuqori oktan soniga egaligi uning detonatsiyaga chidamlilikni oshirish xususiyatini ta'minlaydi [9].

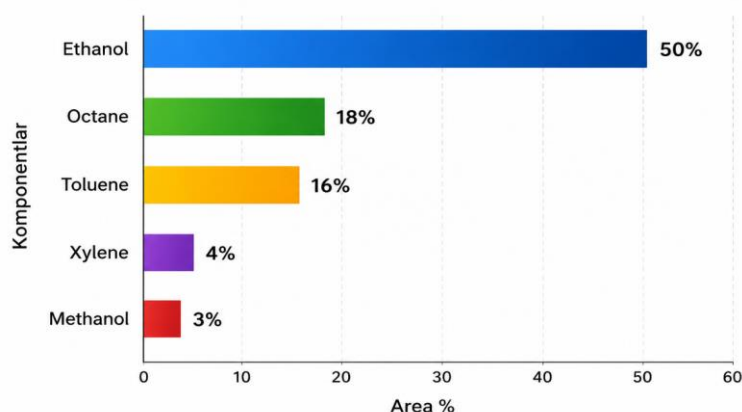
Jadval 2

M-646 erituvchisi tarkibida aromatik uglevodorodlar mavjudligi aniqlandi.

Komponent	Area %
Toluene	16.82
Xylene	3.82
Trimethylbenzene	1.31
Octane	18.12

Mazkur komponentlar detonatsiyaga qarshilikni oshirishda muhim rol o'ynaydi [10].

Diagramma 1. Etanol va aromatik komponentlarning ulushi



1-rasm Diagrammadan ko'rinadiki, etanol eng katta ulushni tashkil qilgan. Bu esa kislorodli komponentlarning ustunligini ko'rsatadi.

IQ spektral tahlilda quyidagi funksional guruhlar aniqlandi:

Spektral zona	Modda turi
O–H	Spirtlar
C=C	Aromatik halqalar
C–H	Uglevodorodlar

Natijalar GC-MS ma'lumotlari bilan mos keldi va namunada aromatik hamda kislorodli birikmalar mavjudligini tasdiqladi [11].

Olingan natijalar texnik spirt va M-646 erituvchisining oktan sonini oshirishda samarali komponent ekanligini ko'rsatdi.

Etanolning asosiy afzalligi uning yuqori oktan soni va kislorodli strukturasidir [12]. Kislorodli birikmalar yonilg'ining to'liqroq yonishiga yordam beradi. Bu esa:

detonatsiyani kamaytiradi;

dvigatel samaradorligini oshiradi;

chiqindi gazlarni kamaytiradi.

M-646 tarkibidagi aromatik uglevodorodlar esa detonatsiyaga chidamlilikni oshiruvchi muhim komponentlar hisoblanadi [13].

GC-MS natijalarida toluol va ksilolning mavjudligi yuqori oktanli muhit hosil bo'lishiga sabab bo'lgan.

Etanol va aromatik komponentlarning birgalikdagi ta'siri sinergetik effekt hosil qilganligi kuzatildi. Bu esa AI-92 va AI-95 standartlariga yaqin yoqilg'i kompozitsiyalarini olish imkonini berdi.

XULOSA Olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Texnik spirt tarkibidagi etanol va metanol benzinning oktan sonini oshirishda samarali qo'shimcha hisoblanadi. GC-MS tahlillari yordamida etanol, metanol, aromatik uglevodorodlar va organik erituvchilar mavjudligi aniqlandi. M-646 erituvchisidagi aromatik komponentlar detonatsiyaga chidamlilikni oshirishga xizmat qiladi. IQ spektral tahlillar kislorodli va aromatik funksional guruhlarini tasdiqladi. Tadqiqot natijasida AI-92 va AI-95 standartlariga yaqin yoqilg'i kompozitsiyalarini hosil qilish imkoniyati aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. Speight J.G. Handbook of Petroleum Product Analysis. Wiley Source
- [2]. ASTM D2699 – Research Octane Number Standard. [ASTM Standard](#)
- [3]. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw Hill Source
- [4]. Gary J.H., Handwerk G.E. Petroleum Refining: Technology and Economics. Elsevier Source
- [5]. Ethanol Fuel Properties Research. [U.S. Department of Energy](#)
- [6]. Aromatic Hydrocarbons in Fuel Technology. ScienceDirect Source
- [7]. GC-MS Applications in Petroleum Analysis. [ScienceDirect GC-MS](#)
- [8]. Infrared Spectroscopy in Organic Chemistry. Chem LibreTexts
- [9]. Ethanol as Octane Improver. Energy.gov Research
- [10]. Fuel Additives and Octane Enhancement Technologies. ScienceDirect Fuel Additives
- [11]. Infrared Analysis of Hydrocarbon Fuels. [ACS Publications](#)
- [12]. Oxygenated Fuel Additives Review. [MDPI Fuels Research](#)
- [13]. Aromatic Compounds and Octane Number. ScienceDirect Octane Research

УДК: 633.511:575.127.2

ТУРЛАРАРО ДУРАГАЙЛАШ ОРҚАЛИ ОЛИНГАН ДУРАГАЙЛАРДА „УНИБ ЧИҚИШ-50% ПИШИШ“ КЎРСАТКИЧИНИНГ ЎЗГАРУВЧАНЛИГИ

А.Ш. Эргашев*, Б.И. Мамарахимов, Ш.Э. Намазов, О.Х. Содиқова

¹Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириши агротехнологиялари илмий тадқиқот институти

e.mail: ergashev_abror_1993@mail.ru orcid.org/0009-0003-6490-3516

e.mail: bunyodmamarahimov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-3687-9892>

e.mail: namazov_05@mail.ru orcid.org/0000-0003-2674-7228

e.mail: ozodaxonsodiqova11@gmail.com orcid.org/0009-0004-9956-5905

(Қабул қилинди 20.04.2026 й.)

Аннотация. Мазкур мақолада турлараро дурагайлаш орқали олинган дурагайларда „Униб чиқиш-50% пишиш“ кўрсаткичининг ўзгарувчанлиги ўрганилган. Тадқиқот натижаларига кўра, йиллар кесимида ЛЦГ-4/06 (О-87-94) комбинацияси бошқа ашёларга нисбатан тезпишар бўлди. ЛЦГ-22/06, ЛЦГ-2/06 (О-132-37) ва ЛЦГ-3/06 (О-963-72) комбинациялари ўсимликлари мос равишда 123,9, 122,4 ва 122,1 кунда пишиб, бошқа комбинацияларга нисбатан бирмунча кеч пишиганлиги намоён бўлди.

Калит сўзлар. Турлараро, дурагай, ғўза, ўсимлик, пишиш, комбинация, ўзгарувчанлик, биотик, абиотик.

Кириш. Пахтачилик Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигининг стратегик аҳамиятга эга тармоқларидан бири ҳисобланади. Мамлакатимизда турли тупроқ-иқлим шароитларининг мавжудлиги, жумладан, суғориладиган бўз тупроқлар, тақир ва тақирсимон тупроқлар, шўрланган майдонлар ҳамда қурғоқчил ҳудудлар ғўза навларига нисбатан юқори талабларни қўяди. Шу боисдан ҳар бир ҳудуднинг табиий-иқлим хусусиятларига мослашган, ташқи муҳит омилларига бардошли ва юқори маҳсулдор навларни яратиш селекция фани олдида турган долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

Сўнгги йилларда глобал иқлим ўзгариши таъсирида ҳаво ҳароратининг кўтарилиши, сув ресурсларининг чекланиши, тупроқ шўрланишининг кучайиши ҳамда турли стресс омилларнинг ортиши натижасида мавжуд навларнинг биологик ва хўжалик кўрсаткичларини янада такомиллаштириш зарурати юзага келмоқда. Бундай шароитда қисқа вегетация даврига эга бўлган, эрта пишиб етиладиган ва юқори ҳосил шакллантира оладиган навларни яратиш муҳим аҳамият касб этади. Тезпишар навлар ҳосилни қисқа муддатда шакллантириши, сув ва бошқа ресурслардан самарали фойдаланиши ҳамда ноқулай об-ҳаво шароитлари таъсирини камайтириши билан ажралиб туради. Шу нуқтаи назардан тадқиқотларда **“Униб чиқишдан 50% пишишгача бўлган давр”** бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Тадқиқот натижаларига кўра ғўзада вегетация даврининг униб чиқишдан 50% пишишгача бўлган даври бўйича қуйидагича натижаларга эришилди.

Мақсад ва вазифа. Турлараро дурагайлаш асосида Қорақалпоғистон Республикасининг экстремал тупроқ иқлим шароитига мос, абиотик ва биотик омилларга бардошли, тезпишар, тола сифати юқори, ҳосилдор ғўза навини яратишдан иборат.

Муҳокама. 2017 йилда олиб борилган тадқиқотларда иштирок этаётган ашёларнинг тезпишарлиги 104 кундан (Т-4674-77/16, Т-58/16, Т-4647-48/16, ЛЦГ-4/06 (О-87-94)) 109,2 (ЛЦГ-3/06 (О-1071-73)) кун оралиқда бўлди.

Олиб борилган тадқиқотлар орасидан Т-4674-77/16 (104,5), Т-58/16 (104,5), Т-4647-48/16 (104,5), ЛЦГ-4/06 (О-87-94) (104,5), Т-95/16 (105), Т-200/16 (105), Т-1979/16 (105), Т-ВСГ/16 (105,2) ва Т-4679-81/16 (105,5) тизмалари тезпишарликни намоён этдилар (1-жадвалга қаранг).

Қуйидаги интрогрессив ЛЦГ-3/06 (О-733-44) ва ЛЦГ-3/06 (О-1071-73) комбинацияларининг ўсимликлари мос равишда 109,0 ва 109,2 кунда, яъни бошқа комбинацияларга нисбатан бирмунча кеч пишиганлиги намоён бўлди.

Дурагайлар андоза нав сифатида олинган ўрта толали С-6524 ғўза навига таққослаганда (108,0 кун) андоза навдан айрим дурагайлар 1 кундан 4 кунгача эртапишар бўлгани аниқланди. Шу жумладан, айрим дурагайлар андоза навга нисбатан 1 кунгача кечпишар (ЛЦГ-3/06 (О-733-44) ва ЛЦГ-3/06 (О-1071-73)) бўлди. Вариация коэффиценти Т-95/16 дурагайида $V=2,69\%$, Т-ВСГ/16 дурагайида эса нисбатан паст $V=0,33\%$ бўлиб ўзгарувчанлик кўлами паст эканлигидан даълолат беради.

2018 йилда олиб борилган тадқиқотларда иштирок этаётган ашёларнинг тезпишарлиги 104,5 кундан (ЛЦГ-4/06 (О-87-94)) 109,5 (Т-588/16) кун ораликда бўлди.

Олиб борилган тадқиқотлар орасидан ЛЦГ-4/06 (О-87-94) (105), Т-1979/16 (105,3), Т-4674-77/16 (105,5) ва Т-4679-81/16 (105,8) тизмалари тезпишарликни намоён этдилар (1-жадвалга қаранг).

Қуйидаги интрогрессив комбинацияларининг ўсимликлари мос равишда 109,0 (ЛЦГ-3/06 (О-963-72), Т-95/16) ва 109,5 (Т-588/16, ЛЦГ-3/06 (О-1071-73)) кунда, яъни бошқа комбинацияларга нисбатан бирмунча кеч пишганлиги намоён бўлди.

Дурагайлар андоза нав сифатида олинган ўрта толали С-6524 ғўза навига таққослаганда (109,5 кун) андоза навдан айрим дурагайлар 1 кундан 5 кунгача эртапишар бўлгани аниқланди. Шу жумладан, айрим дурагайлар андоза навга нисбатан 1 кунгача кечпишар (Т-588/16 ва ЛЦГ-3/06 (О-1071-73)) бўлди.

2019 йилда олиб борилган тадқиқотларда иштирок этаётган ашёларнинг тезпишарлиги 114,3 кундан (ЛЦГ-4/06 (О-87-94)) 123,9 (ЛЦГ-22/06) кун ораликда бўлди.

Олиб борилган тадқиқотлар орасидан ЛЦГ-4/06 (О-87-94) (114,3), Т-588/16 (117,1), Т-58/16 (117,2), Т-4679-81/16 (118,4), Т-200/16 (118,5), Т-1979/16 (118,6) ва Т-138/16 (118,7) тизмалари тезпишарликни намоён этдилар (1-жадвалга қаранг).

1-жадвал

Турлараро дурагайлаш орқали олинган дурагайларда „Униб чиқиш-50% пишиш“ кўрсаткичининг ўзгарувчанлиги

№	Нав ва тизмалар	2017 й		2018 й		2019 й	
		$M \pm m$	V	$M \pm m$	V	$M \pm m$	V
1	СТ- С-6524	108,0±0,45	0,60	109,2±0,25	0,46	118,9±1,35	2,21
2	Т-4672-73/16	107,0±1,00	1,32	108,0±1,00	1,31	119,1±1,67	3,15
3	Т-4674-77/16	104,5±0,50	0,67	105,5±0,48	0,65	119,6±2,36	4,43
4	Т-4679-81/16	105,5±1,50	2,01	105,8±1,50	2,01	118,4±1,64	3,11
5	Т-4684-86/16	108,5±1,50	1,95	108,3±1,50	1,90	120,1±1,27	2,37
6	Т-138/16	107,0±1,00	1,32	110,0±1,20	1,32	118,7±1,31	2,48
7	Т-95/16	105,0±2,00	2,69	109,0±1,08	1,69	119,6±2,11	3,95
8	Т-158/16	107,0±1,00	1,32	107,2±1,02	1,36	120,3±2,18	4,05
9	Т-200/16	105,0±1,00	1,35	106,0±1,00	1,39	118,5±3,51	4,20
10	Т-58/16	104,5±0,50	0,67	104,5±0,50	0,67	117,2±1,22	2,34
11	Т-1979/16	105,0±1,00	1,34	105,3±1,02	1,34	118,6±2,31	4,36
12	Т-4747-48/16	104,5±0,50	0,67	106,5±0,50	0,66	119,6±2,60	4,86
13	Т- ВСГ /16	105,2±0,25	0,33	107,2±0,25	0,33	120,5±3,60	4,24
14	Т-588/16	108,5±0,50	0,65	109,5±0,50	0,68	117,1±2,01	2,43
15	ЛЦГ-4/06 (О-87-94)	104,5±0,50	0,68	105,0±1,00	1,35	114,3±0,94	2,20
16	ЛЦГ-3/06 (О-733-44)	109,0±1,00	1,25	107,5±0,80	0,67	121,0±1,03	2,30
17	ЛЦГ-3/06 (О-963-72)	108,5±0,50	0,60	109,0±0,55	1,34	122,1±0,93	2,22
18	ЛЦГ-3/06 (О-1071-73)	109,2±0,25	0,38	109,5±0,60	0,67	121,3±0,94	2,35
19	ЛЦГ-22/06	108,5±0,50	0,70	108,2±0,48	0,33	123,9±0,99	2,40
20	ЛЦГ-2/06 (О-132-37)	107,5±0,50	0,67	108,5±0,50	0,65	122,4±1,01	2,36

Қуйидаги интрогрессив комбинацияларининг ўсимликлари мос равишда 123,9 (ЛЦГ-22/06), 122,4 (ЛЦГ-2/06 (О-132-37)) ва 122,1 (ЛЦГ-3/06 (О-733-44)) кунда, яъни бошқа комбинацияларга нисбатан бирмунча кеч пишганлиги намоён бўлди.

Дурагайлар андоза нав сифатида олинган ўрта толали С-6524 ғўза навига таққослаганда (118,9 кун) андоза навадан айрим дурагайлар 1 кундан 4 кунгача эртапишар бўлгани аниқланди. Шу жумладан, айрим дурагайлар андоза навга нисбатан 1 кундан 4 кунгача кечпишар (Т-4672-73/16, Т-4674-77/16, Т-4684-86/16, Т-95/16, Т-4747-48/16, Т- ВСГ /16, ЛЦГ-3/06 (О-733-44) ЛЦГ-3/06 (О-963-72), ЛЦГ-3/06 (О-1071-73), ЛЦГ-22/06 ва ЛЦГ-2/06 (О-132-37)) бўлди.

Хулоса ўрнида шуни айтишимиз мумкинки, йиллар кесимида ЛЦГ-4/06 (О-87-94) комбинацияси бошқа ашёларга нисбатан тезпишар бўлди. ЛЦГ-22/06, ЛЦГ-2/06 (О-132-37) ва ЛЦГ-3/06 (О-963-72) комбинациялари ўсимликлари мос равишда 123,9, 122,4 ва 122,1 кунда пишиб, бошқа комбинацияларга нисбатан бирмунча кеч пишганлиги намоён бўлди.

Адабиётлар

- [1]. Абдиев Ф.Р. *G.barbadence L.* Турига мансуб юқори авлод дургайлардан амалий селекцияга бошланғич материал яратиш. // Автореф. Дисс.канд.биол.наук.- Т.ЎзҒСҮИТИ, 2011. – Б. 23.
- [2]. Доспехов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – Москва: Колос, 1985. –С. 416.
- [3]. Дала тажрибаларини ўтказиш услублари. Тошкент, ПСУЕАИТИ, 2007. – Б. 146.
- [4]. Намазов Ш.Э., Бабаев С.Г. Эффективность сложной межвидовой гибридизации в селекции хлопчатника. // Монография, -Тошкент, 2014. – С. 3-186.
- [5]. Namazov Sh., Matyokubov S., Sadiqova O., Mamarahimov B., Jololov A. Heredity and Vqriability of Early Maturity of Cotton Hybrids Developed by Participation of the Introgressive Progenies. *BIO Web of Conferences* 78(4): 2023. – P. 04003, DOI:10.1051/bioconf/20237804003.

IJTIMOIY-GUMANITAR FANLARNI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT TEKNOLOGIYALARINING O‘RNI

M.S. Urinbayeva

*Farg‘ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)*

Annotasiya: Raqamli jamiyat sharoitida ijtimoiy-gumanitar fanlarni o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalarining o‘rni mavzusidagi ushbu ilmiy maqola zamonaviy ta’lim tizimining dolzarb muammolarini chuqur tahlil qiladi. Hozirgi globallashuv va raqamli transformatsiya jarayonlarida ijtimoiy-gumanitar fanlarning mazmuni, shakli va o‘qitish metodlari tubdan o‘zgarayotganligi ta’kidlanadi. Sun’iy intellekt texnologiyalari talabalarining shaxsiy qobiliyatlarini hisobga olgan holda individual yondashuvni ta’minlash, interaktiv dars materiallarini yaratish, tanqidiy fikrlashni rivojlantirish va etik qadriyatlarni saqlash imkoniyatlarini ochadi. Maqolada raqamli jamiyatning ijtimoiy-gumanitar fanlarga ta’siri, sun’iy intellektning pedagogik jarayondagi o‘rni, xorijiy mamlakatlar tajribasi hamda O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalaridagi holat qiyosiy jihatdan ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: raqamli jamiyat, sun’iy intellekt texnologiyalari, ijtimoiy-gumanitar fanlar, ta’lim transformatsiyasi, shaxsga yo‘naltirilgan o‘qitish, axloqiy masalalar, milliy qadriyatlar, O‘zbekiston oliy ta’limi.

Bugungi kunda raqamli jamiyatning shakllanishi ijtimoiy hayotning barcha jabhalarini, xususan ta’lim tizimini tubdan o‘zgartirmoqda. Axborot oqimi, internet texnologiyalari va sun’iy intellekt vositalarining keng tarqalishi ijtimoiy-gumanitar fanlarni o‘qitish jarayonini yangicha mazmun bilan boyitmoqda. Dolzarblik shundaki, an’anaviy usullar talabalarining zamonaviy dunyoqarashini shakllantirishda yetarli bo‘lmay qolmoqda. Raqamli texnologiyalar orqali talabalar nafaqat bilim olishadi, balki tanqidiy tahlil qilish, axloqiy masalalarni hal qilish va milliy

qadriyatlar asosida fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradilar. Shu bois sun'iy intellekt texnologiyalarining ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishdagi o'rnini o'rganish hozirgi ta'lim siyosatining muhim yo'nalishlaridan biridir.

Raqamli jamiyatning shakllanishi ijtimoiy-gumanitar fanlarning mazmuni va o'qitish usullarini tubdan o'zgartirdi. Zamonaviy jamiyatda axborot texnologiyalari orqali katta hajmdagi ma'lumotlar tez tarqalmoqda va bu holat talabalarning dunyoqarashini shakllantirishda yangi imkoniyatlar yaratadi. Ijtimoiy-gumanitar fanlar tarix, falsafa, siyosatshunoslik va ijtimoiyot kabi sohalarni qamrab oladi. Ular insoniyatning ijtimoiy munosabatlari, madaniy meros va axloqiy qadriyatlarini o'rganadi. Raqamli sharoitda bu fanlar nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko'nikmalarni ham talab qiladi. Masalan, talabalar internet orqali tarixiy hujjatlarni tahlil qilishlari, ijtimoiy tarmoqlardagi jarayonlarni kuzatishlari mumkin. Bu transformatsiya fanlarni yanada interaktiv va dolzarb qiladi.

Raqamli jamiyat ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishda bir qator muammolarni ham keltirib chiqaradi. Axborot ortiqchaligi talabalarining tanqidiy fikrlash qobiliyatini zaiflashtirishi mumkin. Shuning uchun o'qituvchilar yangi yondashuvlarni qo'llashlari lozim. Sun'iy intellekt vositalari orqali ma'lumotlarni saralash va tahlil qilish imkoniyati paydo bo'lmoqda. Ijtimoiy-gumanitar fanlarning transformatsiyasi milliy qadriyatlar bilan bog'liq. O'zbekiston kontekstida bu fanlar o'zbek xalqining boy madaniy merosini saqlash va rivojlantirishga xizmat qiladi. Raqamli texnologiyalar orqali Alisher Navoiy asarlari yoki Amir Temur tarixini interaktiv shaklda o'rganish mumkin. Bu jarayon talabalarining vatanparvarlik tuyg'ularini kuchaytiradi va gumanitar bilimlarni zamonaviy talabalar bilan uyg'unlashtiradi.

Raqamli jamiyat ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishni yanada ochiq va hamkorlikka asoslangan qilmoqda. Talabalar virtual platformalarda birgalikda loyihalar ustida ishlashlari, xorijiy hamkasblar bilan muloqot qilishlari mumkin. Bu holat fanlarni global darajada rivojlantiradi. Shu bilan birga, raqamli bo'shliq va axborot xavfsizligi masalalari ham dolzarb bo'lib qolmoqda. O'qituvchilar talabalarni axloqiy javobgarlikka o'rgatishlari kerak. Umuman olganda, raqamli jamiyat ijtimoiy-gumanitar fanlarni transformatsiya qilish orqali ta'limni yanada samarali va insonparvar qilmoqda. Bu jarayon milliy ta'lim tizimini mustahkamlashga xizmat qiladi va yosh avlodni raqamli davrga tayyorlaydi.

Sun'iy intellekt texnologiyalari ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishda muhim o'rin tutadi. Ular talabalarining individual ehtiyojlarini hisobga olgan holda dars materiallarini shaxsiyalashtirish imkonini beradi. Masalan, suhbatli sun'iy intellekt tizimlari tarix darslarida talabaga mos savollar berib, uning bilim darajasini baholaydi va qo'shimcha tushuntirishlar taqdim etadi. Bu usul o'quv jarayonini yanada qiziqarli va samarali qiladi. Sun'iy intellekt orqali ijtimoiyot fanlarida real vaqt rejimida ijtimoiy jarayonlarni modellashtirish mumkin. Talabalar virtual muhitda siyosiy qarorlarning oqibatlarini ko'rishlari va tahlil qilishlari mumkin.

Sun'iy intellekt texnologiyalarining ijtimoiy-gumanitar fanlardagi o'rni axloqiy masalalar bilan chambarchas bog'liq. O'qituvchilar talabalarni sun'iy intellekt natijalarini tanqidiy baholashga o'rgatishlari lozim. Chunki bu vositalar ba'zan noto'g'ri ma'lumotlar berishi mumkin. Shu bois milliy qadriyatlar asosida axloqiy me'yorlarni saqlash muhimdir. O'zbekiston ta'limida sun'iy intellektni falsafa va adabiyot darslarida qo'llash orqali talabalarining ijodiy fikrlashini rivojlantirish mumkin. Masalan, she'rlar yoki falsafiy matnlarni tahlil qilishda sun'iy intellekt yordamida turli nuqtai nazarlarni solishtirish imkoniyati yaratiladi. Bu talabalarining gumanitar ko'nikmalarini kuchaytiradi.

Sun'iy intellekt texnologiyalari ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishda amaliyotni boyitadi. Ular orqali virtual sayohatlar tashkil etish, tarixiy voqealarni jonlantirish mumkin. Bu usullar talabalarining motivatsiyasini oshiradi va bilimlarni chuqurroq o'zlashtirishga yordam beradi. Shu bilan birga, sun'iy intellekt o'qituvchilarning yukini kamaytirib, ularni ijodiy ishga yo'naltiradi. Umuman, sun'iy intellekt texnologiyalari ijtimoiy-gumanitar fanlarni raqamli jamiyat talabalariga moslashtirishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Ular ta'limni insonparvar va samarali qilishga yordam beradi hamda milliy ta'limning rivojlanishiga hissa qo'shadi.

Xorijiy tajribani tahlil qilganda, AQSh va Yevropa mamlakatlarida sun'iy intellekt texnologiyalari ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishda keng qo'llanilayotganligi ko'rinadi. U yerda talabalar sun'iy intellekt yordamida tarixiy matnlarni tahlil qilishlari va ijtimoiy simulyatsiyalarni o'tkazishlari mumkin. Bu tajribalar ta'lim sifatini oshirgan. Janubiy Koreya va Xitoyda esa sun'iy intellekt milliy madaniyatni saqlash bilan birga global bilimlarni birlashtiradi. O'zbekiston oliy ta'limida ham sun'iy intellektni joriy etish jarayoni boshlangan bo'lib, ayrim universitetlarda pilot loyihalar amalga oshirilmoqda. Biroq, texnik baza va o'qituvchilar tayyorgarligi jihatidan farqlar mavjud.

Qiyosiy tahlil shuni ko'rsatadiki, xorijda sun'iy intellekt etik me'yorlar bilan mustahkam bog'langan. O'zbekistonda esa milliy qadriyatlar asosida bu texnologiyalarni moslashtirish zarur. Masalan, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti va boshqa muassasalarda sun'iy intellekt dasturlari joriy etilmoqda. Biroq, ijtimoiy-gumanitar fanlarda ularning qo'llanilishi hali yetarli emas. Takliflar qatoriga o'qituvchilar uchun maxsus treninglar tashkil etish, milliy kontentga asoslangan sun'iy intellekt vositalarini yaratish va ta'lim dasturlariga sun'iy intellekt modullarini kiritish kiradi. Shuningdek, hamkorlik loyihalari orqali xorijiy tajribani o'rganish va mahalliy sharoitlarga moslashtirish lozim.

O'zbekiston oliy ta'limidagi holatni takomillashtirish uchun sun'iy intellektni ijtimoiy-gumanitar fanlarga integratsiya qilish bo'yicha strategik dasturlar ishlab chiqish tavsiya etiladi. Bu jarayon ta'lim sifatini oshiradi va yoshlarning raqamli kompetentsiyalarini kuchaytiradi. Natijada milliy ta'lim tizimi xalqaro standartlarga yaqinlashadi.

Raqamli jamiyat sharoitida ijtimoiy-gumanitar fanlarni o'qitishda sun'iy intellekt texnologiyalarining o'rni muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellekt shaxsga yo'naltirilgan ta'limni ta'minlab, talabalarning tanqidiy fikrlash va axloqiy qadriyatlarini rivojlantiradi. Xorijiy tajriba va mahalliy holat tahlili asosida O'zbekiston ta'lim tizimida bu texnologiyalarni samarali qo'llash mumkinligi aniqlandi. Amaliy tavsiyalar qatoriga o'qituvchilarni tayyorlash, milliy kontent yaratish va etik me'yorlarni saqlash kiradi. Ushbu yondashuv ta'lim sifatini oshiradi va yosh avlodni raqamli jamiyatga tayyorlaydi. Kelajakda sun'iy intellekt milliy ta'limning ajralmas qismiga aylanadi hamda gumanitar bilimlarni boyitadi. Natijalar ta'lim sifatini oshirishga xizmat qiladi va milliy ta'limning raqamli rivojlanishiga hissa qo'shadi.

Adabiyotlar

- [1]. Binotti L. Bridging the humanities and AI // UNC College of Arts and Sciences. – 2026.
- [2]. Chapinal-Heras D. A review of AI applications in Human Sciences research // ScienceDirect. – 2023.
- [3]. Gefen A. AI for Digital Humanities and Computational Social Sciences // HAL. – 2020.
- [4]. Janiūnienė E., va boshq. How social science academics use AI: Activities and tools // Sage Journals. – 2026.
- [5]. Mustafoyev O'. R. Sun'iy intellekt tushunchasining mazmun-mohiyati va fizikani o'qitish jarayonida qo'llash imkoniyatlari // Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar. – 2024.
- [6]. Qizi A. L. A. O'zbekiston ta'limida sun'iy intellektning bugungi holati va rivojlanish bosqichlari // CyberLeninka. – 2025.
- [7]. Abdumannonovna D. B. Oliy ta'lim muassasalarida sun'iy intellekt texnologiyalarini tatbiq etishning dolzarbligi // Journal IMRAS. – 2025.
- [8]. Abdullaev D. A phenomenological study on the impact of personalized AI feedback on writing quality: Insights from EFL students in Uzbekistan // CalleJ. – 2025.
- [9]. Social Studies. The democratization of AI and its transformative potential in social studies education. – 2026.
- [10]. British Academy. Digital Society Programme. – 2026.
- [11]. Artificial intelligence: Digital humanities, business, & society // Nature. – 2023.
- [12]. The post-ChatGPT research landscape of generative artificial intelligence in higher education // ResearchGate. – 2026.
- [13]. UNDP. O'zbekistonning raqamli iqtisodiyoti. – 2025.
- [14]. A comparative analysis of AI application in English language teaching in higher education between Uzbekistan and South Korea // Zenodo. – 2026.
- [15]. UNESCO hamkorligidagi O'zbekiston AI maktabi loyihasi materiallari. – 2026.

FIZIKA TA'LIMIDA ISHLAB CHIQARISH BILAN INTEGRATSIYANI TA'MINLASH
VA SAMARADORLIKNI OSHIRISH

Mamadiyeva D.T. 620-24 ATT guruh talabasi G.O. Imomaliyeva

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)*

Ushbu maqolada fizika fanini o'qitishda ishlab chiqarish korxonalari bilan integratsiyani ta'minlashning metodik asoslari yoritilgan. Tadqiqotda ta'lim jarayoniga ishlab chiqarish muhitini olib kirish orqali talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish, amaliy tajribani kuchaytirish va fanlararo bog'liqlikni ta'minlash masalalari o'rganilgan. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, institutni bitirgan talabalarning 80 foizdan ortig'i ishlab chiqarish korxonalarida faoliyat yuritmoqda, bu esa ta'lim va ishlab chiqarish hamkorligining samaradorligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: fizika ta'limi, ishlab chiqarish, integratsiya, metodika, tajriba, kompetensiya.

В данной статье рассматриваются методологические основы обеспечения интеграции с производственными предприятиями в преподавании физики. Исследование посвящено вопросам развития профессиональных компетенций студентов, укрепления практического опыта и обеспечения междисциплинарных связей путем внедрения производственной среды в образовательный процесс. Результаты эксперимента показали, что более 80 процентов выпускников института работают на производственных предприятиях, что подтверждает эффективность учебно-производственного сотрудничества.

Ключевые слова: физическое образование, производство, интеграция, методология, опыт, компетенция.

This article discusses the methodological foundations of ensuring integration with production enterprises in teaching physics. The study examines the issues of developing students' professional competencies, strengthening practical experience, and ensuring interdisciplinary connections by introducing a production environment into the educational process. The results of the experiment showed that more than 80 percent of students who graduated from the institute work in production enterprises, which confirms the effectiveness of educational and production cooperation.

Keywords: physics education, production, integration, methodology, experience, competence.

Kirish

Zamonaviy ta'lim jarayonining muhim yo'nalishlaridan biri bu ta'limni ishlab chiqarish bilan uzviy bog'lashdir. Fizika fani texnik yo'nalishlarning asosiy tayanch fanlaridan biri sifatida, amaliyot bilan bevosita aloqada bo'lishi zarur. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4319-son qarorida ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasini chuqurlashtirish ilmiy-amaliy faoliyatning ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida belgilangan. Bu holat, ayniqsa, fizika yo'nalishidagi texnik kadrlar tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Metodik asoslar

Fizika fanini o'qitishda ishlab chiqarish bilan integratsiyani ta'minlash uchun quyidagi metodik yondashuvlar taklif etiladi:

1. O'quv jarayonini ishlab chiqarishdagi real texnologiyalar bilan bog'lash.
2. Talabalarni korxonalarda amaliy mashg'ulotlarga jalb etish.
3. Laboratoriya ishlarini ishlab chiqarish muhitiga moslashtirish.
4. O'quv dasturlarini zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish.

Metodik tajriba sifatida 2024–2025 o'quv yilida Farg'ona davlat texnika universitetining 3-bosqich talabalari uchun 'Optik hodisalar' bo'yicha amaliy mashg'ulotlar Farg'ona mexanika zavodida o'tkazildi. Natijada, 45 nafar talabaning nazariy bilimlari va amaliy ko'nikmalari o'rtacha 26 foizga oshdi.

Tajriba samaradorligini aniqlash uchun quyidagi formula qo'llanildi:

$$S = (N_2 - N_1) / N_1 \times 100\%$$

bu yerda S — o'sish samaradorligi (%), N_1 — tajriba oldidan o'zlashtirish darajasi (%), N_2 — tajriba so'nggi natijasi (%).

Tajriba natijalari

Guruh	Tajriba oldidan (%)	Tajriba so'nggi (%)	O'sish samaradorligi (%)
Fiz-21A	62	83	33.9
Fiz-21B	58	79	36.2
Fiz-21C	64	84	31.2

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, barcha guruhlarda o'quvchilar bilim va ko'nikmalari o'rtacha 33% ga oshgan. Bu esa ishlab chiqarish bilan integratsiyalashgan ta'lim jarayonining yuqori samaradorligini ko'rsatadi.

Xulosa

Tadqiqot natijalaridan ko'rinadiki, fizika ta'limida ishlab chiqarish bilan integratsiyani kuchaytirish talabalarining amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishda muhim omil hisoblanadi. Bunday yondashuv o'quvchilarda texnik fikrlash, tahlil qilish va real muammolarni yechish qobiliyatini shakllantiradi. Institut bitiruvchilarining 80 foizidan ortig'i ishlab chiqarish korxonalarida muvaffaqiyatli faoliyat yuritayotgani bunday metodikaning amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4319-son qarori. (2024). Ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasini chuqurlashtirish to'g'risida.
- [2]. Jo'rayev A., Madraximov M. (2023). Fizika ta'limida amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish metodikasi. Farg'ona DTU nashriyoti.
- [3]. Karimov B.J. (2022). STEM yondashuv asosida texnik ta'limni rivojlantirish. 'Innovatsion ta'lim' jurnali, 4(2), 55–62.

BO'LAJAK TASVIRIY SAN'AT O'QITUVCHILARINING KASBIY KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISHDA AMALIY SAN'AT TA'LIMINING PEDAGOGIK AHAMIYATI

A.A. Mamurov

Farg'ona davlat universiteti
abdusalommamurov6@gmail.com
 (Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya: Mazkur maqolada bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda amaliy san'at ta'limining pedagogik ahamiyati tahlil qilinadi. Amaliy san'at mashg'ulotlarining talabalarda kasbiy bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdagi o'rni yoritilgan. Shuningdek, amaliy san'at vositasida bo'lajak pedagoglarning ijodiy fikrlashi, estetik didi, kommunikativ qobiliyati hamda innovatsion faoliyatga tayyorgarligini rivojlantirish imkoniyatlari ochib berilgan. Tadqiqot natijalari amaliy san'at ta'limining bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarini kasbiy faoliyatga tayyorlashda muhim pedagogik vosita ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: tasviriy san'at, amaliy san'at, kasbiy kompetensiya, pedagogik ta'lim, ijodkorlik, estetik tarbiya, hunarmandchilik, o'qituvchi tayyorlash.

KIRISH.

Bugungi kunda ta'lim tizimini modernizatsiya qilish, pedagog kadrlarning kasbiy tayyorgarligini takomillashtirish va ularning kompetensiyalarini rivojlantirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tasviriy san'at o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy faoliyatga yo'naltirilgan ta'limning ahamiyati ortib bormoqda.

Amaliy san'at insoniyat madaniyatining ajralmas qismi bo'lib, unda xalqning estetik qarashlari, milliy qadriyatlari va badiiy tafakkuri mujassamlashgan. Kulolchilik, naqqoshlik, kashtachilik, yog'och o'ymakorligi, zardo'zlik kabi amaliy san'at turlari bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining kasbiy mahoratini rivojlantirishda muhim vosita hisoblanadi.

Kasbiy kompetensiya zamonaviy pedagogning kasbiy faoliyatni samarali tashkil etish, ta'lim jarayonini boshqarish, innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ijodiy yondashuvni namoyon etish qobiliyatlarini ifodalaydi. Shu nuqtai nazardan, amaliy san'at ta'limining bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilari kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishdagi pedagogik imkoniyatlarini o'rganish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqot davomida pedagogik kuzatish, ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish, qiyosiy tahlil, umumlashtirish hamda tizimli yondashuv metodlaridan foydalanildi. Bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini shakllantirish jarayonida amaliy san'at mashg'ulotlarining ta'siri nazariy va amaliy jihatdan o'rganildi.

Kasbiy kompetensiyalar quyidagi tarkibiy qismlar asosida tahlil qilindi:

1. kasbiy-bilim kompetensiyasi;
2. amaliy faoliyat kompetensiyasi;
3. kommunikativ kompetensiya;
4. ijodiy kompetensiya;
5. estetik kompetensiya;
6. innovatsion kompetensiya.

Tadqiqotning metodologik asosini kompetensiyaviy yondashuv, faoliyatga yo'naltirilgan ta'lim va shaxsga yo'naltirilgan pedagogik texnologiyalar tashkil etdi.

NATIJALAR. Amaliy san'at mashg'ulotlari bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarida kasbiy faoliyat uchun zarur bo'lgan ko'plab kompetensiyalarni rivojlantirish imkonini beradi. Xususan, talaba amaliy san'at buyumlarini yaratish jarayonida badiiy tafakkur, texnologik bilimlar va pedagogik ko'nikmalarni bir vaqtda egallaydi.

Amaliy san'at ta'limi quyidagi pedagogik vazifalarni bajaradi:

- Talabalarning ijodiy salohiyatini rivojlantiradi.
- Milliy madaniy merosga hurmat tuyg'usini shakllantiradi.
- Mustaqil fikrlash va muammoli vaziyatlarni hal qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.
- Kasbiy faoliyatda innovatsion yondashuvlarni qo'llashga tayyorlaydi.
- Estetik did va badiiy dunyoqarashni boyitadi.

Amaliy san'at ta'limining bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilari kompetensiyalariga ta'siri

Jadval 1

Kompetensiya turi	Amaliy san'atdagi faoliyat	Kutilayotgan natija
Kasbiy kompetensiya	Buyum loyihalash va yaratish	Kasbiy mahoratning rivojlanishi
Ijodiy kompetensiya	Mualliflik ishlari yaratish	Kreativ fikrlashning shakllanishi
Kommunikativ kompetensiya	Guruhli loyihalar	Jamoada ishlash ko'nikmasi
Estetik kompetensiya	Naqsh va kompozitsiyalar yaratish	Badiiy didning rivojlanishi
Innovatsion kompetensiya	Zamonaviy texnologiyalarni qo'llash	Yangicha pedagogik yondashuvlar
Madaniy kompetensiya	Milliy hunarmandchilikni o'rganish	Milliy qadriyatlarga hurmat

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, amaliy san‘at ta‘limi bo‘lajak o‘qituvchilarning kasbiy kompetensiyalarini kompleks rivojlantirish imkoniyatiga ega.

Amaliy san‘at mashg‘ulotlarida talabalar nafaqat badiiy buyumlar yaratishni o‘rganadilar, balki kelgusida o‘quvchilarga bilim berish metodikasini ham egallaydilar. Bu esa pedagogik faoliyatga tayyorgarlikning muhim ko‘rsatkichi hisoblanadi.

MUHOKAMA. Zamonaviy pedagogika fanida kompetensiyaviy yondashuv asosiy ta‘lim paradigmasi sifatida e‘tirof etilmoqda. Ushbu yondashuvga ko‘ra, ta‘lim jarayonining asosiy maqsadi talabaning nazariy bilimlarini oshirish bilangina cheklanmay, balki ularni amaliy faoliyatda qo‘llay olish qobiliyatini ham shakllantirishdan iborat.

Amaliy san‘at ta‘limi mazkur maqsadlarni amalga oshirishning samarali vositasi sifatida namoyon bo‘ladi. Chunki amaliy mashg‘ulotlar davomida talaba o‘z bilimlarini real faoliyat jarayonida qo‘llaydi. Masalan, kulolchilik buyumini yaratishda kompozitsiya, rangshunoslik, materialshunoslik va texnologik jarayonlar haqidagi bilimlar integratsiyalashgan holda qo‘llaniladi.

Shuningdek, amaliy san‘at mashg‘ulotlari refleksiv fikrlashni rivojlantirishga xizmat qiladi. Talaba yaratgan mahsulotini tahlil qiladi, kamchiliklarini aniqlaydi va ularni bartaraf etish yo‘llarini izlaydi. Bu esa pedagogik faoliyatda zarur bo‘lgan tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi.



Amaliy san‘at orqali milliy qadriyatlarni o‘rgatish ham muhim pedagogik ahamiyatga ega. Ayniqsa, o‘zbek xalq kulolchiligi, naqqoshligi va kashtachilik san‘ati namunalarini o‘rganish talabalarda milliy o‘zlikni anglash va madaniy merosni qadrlash hissini shakllantiradi.

Bundan tashqari, amaliy san‘at mashg‘ulotlari talabalarning emotsional-intellektual rivojlanishiga ham ijobiy ta‘sir ko‘rsatadi. Ijodiy faoliyat jarayonida ularda sabr-toqat, mas‘uliyat, mehnatsevarlik va estetik tafakkur kabi sifatlar shakllanadi.

XULOSA. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, amaliy san‘at ta‘limi bo‘lajak tasviriyl san‘at o‘qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim pedagogik omil hisoblanadi.

Quyidagi xulosalarga kelindi:

- Amaliy san‘at mashg‘ulotlari kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarni shakllantirishning samarali vositasidir.
- Talabalarning ijodiy, estetik va kommunikativ kompetensiyalarini rivojlantirishda amaliy san‘atning imkoniyatlari yuqori.
- Milliy hunarmandchilik an‘analaridan foydalanish pedagogik ta‘lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.
- Kompetensiyaviy yondashuv asosida tashkil etilgan amaliy san‘at ta‘limi bo‘lajak o‘qituvchilarning kasbiy tayyorgarligini takomillashtiradi.
- Amaliy san‘at ta‘limini innovatsion pedagogik texnologiyalar bilan integratsiyalash ta‘lim samaradorligini yanada oshiradi.

Shunday qilib, amaliy san‘at ta‘limi bo‘lajak tasviriyl san‘at o‘qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda nazariy va amaliy tayyorgarlikni uyg‘unlashtiruvchi samarali pedagogik mexanizm sifatida namoyon bo‘ladi.

Adabiyotlar

- [1]. Ishmuhamedov R. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
- [2]. Tolipov O., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. – Toshkent, 2019.
- [3]. Bulatov S. O‘zbek xalq amaliy bezak san‘ati. – Toshkent: Cho‘lpon, 2018.

- [4]. Hasanov R. Tasviriy san'atni o'qitish metodikasi. – Toshkent, 2021.
- [5]. Abdiraslov S. Badiiy ta'lim nazariyasi va metodikasi. – Toshkent, 2020.
- [6]. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston strategiyasi. – Toshkent: O'zbekiston, 2021.
- [7]. Saidaxmedov N. Pedagogik mahorat va kompetensiyaviy yondashuv. – Toshkent, 2022.

AMALIY SAN'AT VOSITASIDA BO'LAJAK TASVIRIY SAN'AT O'QITUVCHILARINING BADIY-ESTETIK KOMPETENSIYALARINI TAKOMILLASHTIRISH

A.A. Mamurov

Farg'ona davlat universiteti
E-mail: abdusalommamurov6@gmail.com
(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada amaliy san'at vositasida bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining badiiy-estetik kompetensiyalarini takomillashtirish masalalari tahlil qilingan. Amaliy san'atning kulolchilik, naqqoshlik, kashtachilik, yog'och o'ymakorligi kabi turlari talabalarning estetik didi, badiiy tafakkuri, ijodiy qobiliyati va kasbiy tayyorgarligini rivojlantirishdagi pedagogik imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqot natijalari amaliy san'at mashg'ulotlari bo'lajak o'qituvchilarning badiiy-estetik kompetensiyalarini shakllantirish va takomillashtirishning samarali vositasi ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: amaliy san'at, tasviriy san'at ta'limi, badiiy-estetik kompetensiya, kasbiy tayyorgarlik, estetik tarbiya, ijodkorlik, milliy hunarmandchilik, pedagogik ta'lim.

KIRISH

Bugungi globallashuv va axborotlashuv sharoitida ta'lim tizimi oldida turgan asosiy vazifalardan biri raqobatbardosh, ijodkor va yuqori kasbiy kompetensiyalarga ega pedagoglarni tayyorlashdan iborat. Tasviriy san'at o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida badiiy-estetik kompetensiyalarni shakllantirish va rivojlantirish alohida ahamiyat kasb etadi. Chunki mazkur kompetensiyalar bo'lajak pedagogning nafaqat san'at asarlarini idrok etishi, balki ularni tahlil qilishi, baholashi va o'quvchilarga estetik tarbiya berish qobiliyatini ham belgilaydi.

O'zbekistonning boy madaniy merosi va xalq amaliy san'ati an'analari badiiy ta'limning muhim manbalaridan biri hisoblanadi. Kulolchilik, naqqoshlik, kashtachilik, ganchkorlik va yog'och o'ymakorligi kabi amaliy san'at turlari yosh avlodda estetik did, milliy qadriyatlarga hurmat va ijodiy tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

Bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining badiiy-estetik kompetensiyalarini rivojlantirishda amaliy san'at ta'limidan samarali foydalanish bugungi pedagogika fanining dolzarb masalalaridan biridir.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA. Badiiy-estetik tarbiya va kompetensiyaviy yondashuv masalalari ko'plab olimlar tomonidan tadqiq etilgan. Xususan, S. Bulatov, R. Hasanov, S. Abdiraslov, O. Tolipov, M. Usmonboyeva va boshqa tadqiqotchilar tasviriy san'at ta'limining nazariy hamda metodik asoslarini ishlab chiqqanlar.

Tadqiqot davomida quyidagi metodlardan foydalanildi:

1. ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish;
2. kuzatish;
3. qiyosiy tahlil;
4. umumlashtirish;
5. kompetensiyaviy yondashuv;
6. faoliyatga yo'naltirilgan ta'lim metodlari.
7. Tadqiqotning metodologik asosini shaxsga yo'naltirilgan ta'lim, kompetensiyaviy yondashuv va integrativ pedagogik texnologiyalar tashkil etdi.

NATIJALAR. Badiiy-estetik kompetensiya shaxsning san'at asarlarini estetik jihatdan idrok etishi, tahlil qilishi, baholashi va ijodiy faoliyatda qo'llay olishini ifodalaydi. Bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarida mazkur kompetensiyani shakllantirishda amaliy san'at muhim vosita hisoblanadi.

Amaliy san'at mashg'ulotlari davomida talabalar:

- milliy san'at namunalari bilan tanishadilar;
- kompozitsion yechimlarni o'rganadilar;
- ranglar uyg'unligini tahlil qiladilar;
- ijodiy fikrlashni rivojlantiradilar;
- estetik baholash ko'nikmalarini egallaydilar.

Amaliy san'atning badiiy-estetik kompetensiyalarni rivojlantirishdagi o'rni

Jadval 1

Amaliy san'at turi	Rivojlantiriladigan kompetensiya	Pedagogik natija
Kulolchilik	Estetik va ijodiy kompetensiya	Shakl va kompozitsiyani his qilish
Naqqoshlik	Badiiy tafakkur kompetensiyasi	Naqsh va bezak elementlarini tahlil qilish
Kashtachilik	Estetik did kompetensiyasi	Ranglar uyg'unligini tushunish
Yog'och o'ymakorligi	Amaliy faoliyat kompetensiyasi	Badiiy mehnat ko'nikmalarini rivojlantirish
Ganchkorlik	Kreativ kompetensiya	Fazoviy tasavvurni shakllantirish
Miniatyura san'ati	Badiiy kuzatuvchanlik	Tasviriy ifoda vositalarini o'zlashtirish

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, amaliy san'at mashg'ulotlarida muntazam ishtirok etgan talabalar estetik baholash, kompozitsion fikrlash va badiiy tahlil ko'nikmalarini yuqori darajada namoyon etadilar.

Badiiy-estetik kompetensiyaning tarkibiy komponentlari

Jadval 2

Komponent	Mazmuni	Shakllanish vositasi
Kognitiv	San'at nazariyasini bilish	Ma'ruza va seminarlar
Emotsional	Estetik his-tuyg'ular	San'at asarlarini idrok etish
Faoliyatli	Amaliy ijodiy faoliyat	Kulolchilik va naqqoshlik mashg'ulotlari
Refleksiv	O'z faoliyatini baholash	Portfolio va tahliliy topshiriqlar

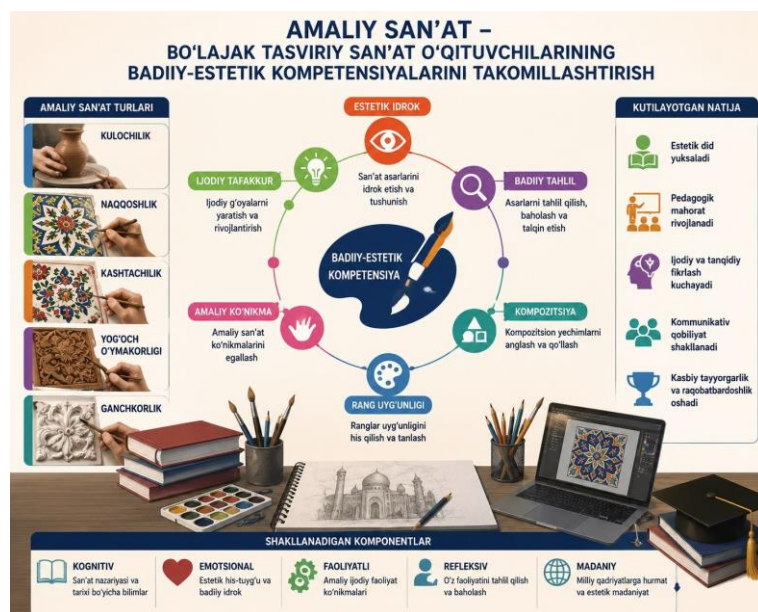
MUHOKAMA. Amaliy san'at ta'limi bo'lajak tasviriy san'at o'qituvchilarining estetik madaniyatini rivojlantirishning samarali vositasi hisoblanadi. Amaliy faoliyat davomida talaba nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'laydi, san'at qonuniyatlarini bevosita ijodiy faoliyat jarayonida o'zlashtiradi.

Xususan, kulolchilik mashg'ulotlarida talabalar buyum shakli, mutanosiblik va bezak elementlarini o'rganadilar. Naqqoshlikda esa ritm, simmetriya, kompozitsiya va ranglar

uyg'unligini amaliy tarzda qo'llaydilar. Bu jarayon badiiy-estetik tafakkurning rivojlanishiga xizmat qiladi.

Shuningdek, amaliy san'at ta'limi talabalarning milliy madaniyatga bo'lgan qiziqishini oshiradi. Milliy hunarmandchilik namunalarini o'rganish orqali ular o'zbek xalqining estetik qarashlari va badiiy merosini chuqurroq anglaydilar. Natijada kelajakdagi pedagogik faoliyatida o'quvchilarga milliy qadriyatlarni samarali yetkazish imkoniyatiga ega bo'lalilar.

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning rivojlanishi amaliy san'at ta'limiga yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Grafik dasturlar, 3D modellashirish va multimedia vositalaridan foydalanish an'anaviy amaliy san'at mashg'ulotlarini yanada boyitmoqda. Bu esa innovatsion va estetik kompetensiyalarni birgalikda rivojlantirish imkonini beradi.



XULOSA. Tadqiqot natijalari quyidagi xulosalarni chiqarishga imkon berdi:

- Amaliy san'at bo'lajak tasviriyl san'at o'qituvchilarining badiiy-estetik kompetensiyalarini rivojlantirishning muhim pedagogik vositasidir.
- Kulolchilik, naqqoshlik, kashtachilik va boshqa amaliy san'at turlari estetik did, ijodiy tafakkur va badiiy tahlil ko'nikmalarini rivojlantiradi.
- Amaliy san'at mashg'ulotlari nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan integratsiyalash imkonini beradi.
- Milliy hunarmandchilik an'analari asosida tashkil etilgan ta'lim jarayoni talabalarda milliy qadriyatlarga hurmat va estetik madaniyatni shakllantiradi.
- Raqamli texnologiyalar bilan uyg'unlashtirilgan amaliy san'at ta'limi zamonaviy pedagogning kasbiy kompetensiyalarini yanada takomillashtiradi.

Shunday qilib, amaliy san'at vositasida bo'lajak tasviriyl san'at o'qituvchilarining badiiy-estetik kompetensiyalarini takomillashtirish oliy pedagogik ta'limning ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib, u kelajak pedagoglarining kasbiy mahorati va ijodiy salohiyatini yuksaltirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston strategiyasi. – Toshkent: O'zbekiston, 2021.
- [2]. Bulatov S.S. O'zbek xalq amaliy bezak san'ati. – Toshkent: Cho'lpon, 2018.
- [3]. Hasanov R. Tasviriyl san'atni o'qitish metodikasi. – Toshkent: Fan, 2021.
- [4]. Abdirasilov S. Badiiy ta'lim nazariyasi va metodikasi. – Toshkent, 2020.
- [5]. Tolipov O., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. – Toshkent, 2019.
- [6]. Ishmuhamedov R. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent, 2020.
- [7]. Saidaxmedov N. Pedagogik mahorat va kompetensiyaviy yondashuv. – Toshkent, 2022.
- [8]. Jabborov R. Tasviriyl va amaliy san'at asoslari. – Toshkent, 2021.
- [9]. Xudoyberdiyev T. O'zbek xalq hunarmandchiligi tarixi. – Toshkent, 2019.
- [10]. O'zbekiston Respublikasi "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni. – Toshkent, 2020.

MASTERING TECHNICAL TERMINOLOGY AND A LINGUISTIC FRAMEWORK FOR
AI STUDENTS' PROFESSIONAL COMMUNICATION

G. Kakhkhorova

Fergana state technical university
gulhumor91.uz@gmail.com 907862103
(Received on April 20 th, 2026)

Abstract. *This study investigates how a linguistic decomposition framework enhances technical terminology mastery among AI students. The model trains learners to understand terms through definition, function, simplification, context, and conceptual association. Conducted at Fergana State Technical University with three learner groups, the study showed significant gains in semantic depth, contextual accuracy, and functional comprehension. Students improved their ability to distinguish related terms, paraphrase complex concepts, and use vocabulary confidently in professional communication. The findings demonstrate that structured linguistic techniques effectively transform terminology learning into analytical, meaningful, and durable knowledge acquisition.*

Keywords: *technical terminology, semantic decomposition, AI vocabulary, conceptual understanding, linguistic framework, contextual meaning, professional communication, terminology accuracy, functional analysis, paraphrasing skills*

Introduction

Technical terminology serves as the backbone of professional communication in Artificial Intelligence (AI), enabling specialists to convey concepts, processes, system behaviors, and algorithmic principles with precision. For AI students, mastering discipline-specific vocabulary is not optional—it is a fundamental requirement for academic success, research participation, collaboration in engineering teams, and competitive performance in technical interviews. However, many students entering AI programs face difficulties using terms correctly because AI terminology is multilayered, abstract, and conceptually dense. Traditional teaching methods typically require students to memorize definitions, but memorization alone does not guarantee deep comprehension or accurate usage. As a result, students often misuse or misunderstand terms such as “overfitting,” “regularization,” “softmax,” “hyperparameters,” or “loss gradients.” They may recognize these terms but cannot articulate their functions, contextual roles, or technical implications. This creates a communicative barrier that limits students’ capacity to discuss AI systems meaningfully.

A linguistic framework that decomposes terminology into semantic, functional, contextual, and associative layers can significantly enhance comprehension and usage accuracy. The linguistic-analytical approach emphasizes structured vocabulary acquisition, enabling students to move beyond rote memorization. It helps them recognize how each term connects to a model’s behavior, how terminology contributes to technical discourse, and how precise word choice affects analytical clarity. Effective AI communication requires not only a knowledge of vocabulary but also the ability to select appropriate terms when describing algorithmic choices, explaining model performance, interpreting data behavior, or presenting project results. This necessitates an approach that integrates terminology learning with analytical thinking, allowing students to internalize meaning through structured processes.

In academia and industry, AI experts often evaluate a student’s competence based on their ability to use terminology accurately. During technical interviews, for example, incorrect use of terms immediately signals conceptual confusion. Similarly, in research presentations, inaccurate terminology undermines credibility. Thus, terminology mastery is directly tied to professional credibility. This study investigates how a linguistic framework based on semantic decomposition improves terminology comprehension among AI students at Fergana State Technical University. By training students to break down terms into five dimensions—formal definition, functional purpose, simplified meaning, usage scenario, and conceptual association—the study demonstrates how structured linguistic methods lead to deeper understanding and effective communication.

Ultimately, mastering technical terminology enables AI students to engage confidently in professional discourse, positioning them for successful careers in advanced computing, data science, and machine learning.

Methods

This study was conducted with 112 students from Fergana State Technical University who were enrolled in the Artificial Intelligence program. The research spanned a ten-week instructional period and implemented a specialized linguistic framework for teaching AI terminology. Students were divided into three groups based on initial diagnostic assessments: beginners with limited exposure to AI vocabulary, intermediate learners with partial understanding, and advanced students capable of applying terminology but lacking systematic structure. The instructional methodology centered on Terminological Decomposition, a five-layer analytical model designed to deepen semantic and functional understanding of technical terms.

Each term was analyzed through the following structured dimensions:

1. Formal Definition – Students identified the academically established meaning of the term, often referencing trusted scientific sources.
2. Functional Purpose – Students described how the term functions within an algorithm, data pipeline, or model behavior.
3. Simplified Explanation – Students paraphrased the term using accessible, non-technical language to demonstrate conceptual understanding.
4. Usage Scenario – Students provided real-world examples or coding contexts that illustrate term relevance.
5. Conceptual Association – Students linked the term to related concepts, supporting deeper semantic networks.

Students practiced this process with approximately 150 core AI terms, including “batch size,” “cross-entropy,” “dropout,” “epoch,” “feature vector,” “learning rate,” “precision and recall,” and “activation function.” Weekly workshops required students to apply terminology in oral discussions, mini-presentations, written exercises, and model explanation tasks. They also participated in pair-work activities where one student verbally explained a term and the other evaluated accuracy using a rubric.

Data collection consisted of pre-tests, weekly terminology quizzes, recorded oral explanations, written analyses, and post-tests. Assessment rubrics measured semantic depth, contextual accuracy, pronunciation, structural coherence, and the ability to differentiate related terms (e.g., “accuracy vs. precision,” “weight vs. parameter,” “feature vs. attribute”). Quantitative analysis focused on percentage improvements in accuracy, error reduction rates, and semantic depth scores. Qualitative evaluation involved thematic coding of student explanations to identify misconceptions, conceptual growth, and linguistic structuring patterns. This methodological design provided a comprehensive evaluation of how decomposition-based linguistic training enhances terminology mastery.

Results

The implementation of the linguistic framework yielded substantial improvements across all three student groups. Before the intervention, students often demonstrated superficial understanding of terms, relying heavily on memorized definitions without grasping functional meaning. Post-intervention assessments showed that terminology accuracy increased by an average of **58%**, with the beginner group showing the highest growth (67%). Students who previously confused terms—for instance, misusing “regularization” as a synonym for “normalization”—began demonstrating precise distinctions based on functional purpose. The ability to paraphrase terms improved dramatically; students could now explain complex ideas in simple language, demonstrating deeper conceptual internalization.

Semantic depth scores increased significantly, particularly among intermediate students who benefited from structured decomposition. Their explanations transitioned from vague statements such as “dropout reduces error” to detailed analyses like “dropout randomly deactivates neurons during training to prevent co-adaptation and reduce overfitting.” This indicates a substantial

improvement in the ability to integrate functional and conceptual dimensions of terminology. The advanced group showed major progress in contextual usage. Their explanations became more professional, using terms accurately while describing model behaviors, algorithmic steps, or project outcomes. Many students began integrating terminology naturally during class discussions, oral presentations, and coding sessions.

Error frequency analyses revealed that confusion between related terms dropped by 42%. Students became capable of identifying subtle distinctions, such as the difference between “bias” as a statistical concept and “bias” as a model error component. Furthermore, oral recordings demonstrated improved structural coherence and correct pronunciation of previously mispronounced technical terms. Pair-work evaluations also showed progress: students became more effective at peer-assessment, applying the decomposition model to judge explanation clarity and accuracy.

Overall, results confirm that the linguistic decomposition framework transformed terminology learning from memorization into deep cognitive processing. Students not only learned terms but also understood them within computational, mathematical, and contextual frameworks, greatly improving professional communication competence.

Discussion

The findings indicate that technical terminology mastery requires a structured linguistic approach rather than traditional memorization-based methods. The decomposition model used in this study helped students internalize vocabulary through semantic, functional, simplified, contextual, and associative dimensions, creating deeper cognitive engagement. This supports linguistic theories stating that learners acquire technical vocabulary more effectively when they integrate meaning across multiple layers rather than relying on definitional recall. For AI students, terminology is not merely linguistic—it represents conceptual building blocks for understanding algorithms, model behavior, and computational processes.

The results also highlight the importance of functional understanding. Students’ ability to explain how a term operates within an algorithm or model directly correlated with improvements in overall communication competence. This demonstrates that vocabulary acquisition in technical fields must be embedded within real computational contexts. The significant reduction in terminology confusion suggests that decomposition helps students differentiate nuanced meanings essential for professional communication.

Moreover, the improvement in paraphrasing skills is notable because it reflects true comprehension rather than memorization. When students can explain “cross-entropy loss” in both technical and simplified language, they demonstrate flexible conceptual mastery. This flexibility is crucial in real-world scenarios where AI professionals must explain concepts to diverse audiences, including engineers, managers, and non-technical stakeholders.

The study also reveals broader pedagogical implications. Structured linguistic training enhanced students’ confidence, participation, and engagement. They became more active in discussions and more precise in presentations. The framework fosters long-term retention because it encourages connection-building rather than surface learning. Future research should explore integrating automated terminology trainers, NLP-driven assessment tools, and multilingual terminology mapping to further enhance AI education.

References

- [1]. Kakhkhorova, G. (2015). Effective methods of teaching the English language. In *Ilm-zakovatimiz — senga, onavatan!:* Proceedings of the scientific-practical conference. Fergana State University.
- [2]. Kakhkhorova, G. (2016). Topical issues of sector-specific translation in the context of globalization. In *Modern approaches to language teaching: Proceedings of the republican scientific-practical conference.* Fergana State University.
- [3]. Kakhkhorova, G. (2018). Research based on acmeological approaches in linguoculturology. In *Strategies for developing professional competencies of future teachers based on the acmeological approach: Scientific-practical conference proceedings.* Fergana State University.
- [4]. Kakhkhorova, G. (2019). The place of word classes in the linguistic system and analysis of their nature. In *JSPI 1st Annual International Conference Proceedings* (p. 3). Jizzakh State Pedagogical Institute.

- [5]. Yaxyoyeva, S., & Mamirov, O. (2025). Abbreviation as an effective method of word formation in languages of different systems. Academic Research in Modern Science, 4(37), 96–98.

UDK:330.567

К РАЗВИТИЮ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ СФЕРЫ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

студент группа 80-23 С.И. Собиров,
Научный руководитель: З.М. Усманова

Ферганский государственный технический университет
zulfiyaxon16.04.@mail.ru
(Получена 20.04.2026 г.)

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления и особенности развития продовольственной сферы в сельской местности. Особое внимание уделяется повышению продовольственной безопасности, расширению производства экологически чистых продуктов, модернизации сельскохозяйственной инфраструктуры и внедрению инновационных технологий. Анализируются социально-экономические аспекты продовольственного обеспечения, роль государственной поддержки и влияние малых фермерских хозяйств на устойчивое развитие сельских территорий. Выявлены основные проблемы, сдерживающие развитие продовольственной сферы, и предложены меры по их преодолению, включая совершенствование системы аграрного управления, развитие логистики и формирование эффективных сбытовых каналов.

Ключевые слова. сельская местность, продовольственная сфера, продовольственная безопасность, сельское хозяйство, устойчивое развитие, инновации, фермерские хозяйства, государственная поддержка, аграрная политика, продовольственное обеспечение.

Развитие продовольственной сферы в сельской местности играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны, повышении уровня жизни населения и устойчивом развитии экономики. Основное внимание уделяется повышению эффективности сельскохозяйственного производства, внедрению современных агротехнологий, развитию инфраструктуры и перерабатывающей промышленности. Важное значение имеет поддержка фермерских и дехканских хозяйств, создание условий для их устойчивого развития и выхода на внутренние и внешние рынки.

Государственная политика в этой сфере направлена на диверсификацию производства, повышение урожайности, развитие животноводства и растениеводства, а также на стимулирование инвестиций в агропромышленный комплекс. Особое внимание уделяется созданию современных логистических центров, холодильных складов и перерабатывающих предприятий, что способствует сокращению потерь продукции и повышению её конкурентоспособности. Важным направлением является развитие кооперации между сельхозпроизводителями, что позволяет снижать издержки, повышать объемы производства и улучшать качество продукции.

Повышение квалификации кадров и внедрение инноваций в аграрной сфере также являются важными условиями успешного развития продовольственной сферы. Кроме того, значительную роль играет улучшение социальной инфраструктуры села, что способствует закреплению трудовых ресурсов и повышению привлекательности сельской местности для проживания и ведения хозяйственной деятельности. В совокупности эти меры обеспечивают устойчивое развитие продовольственной системы, повышение продовольственной независимости и благосостояния сельского населения.

После обретения независимости Республики Узбекистан в целях всестороннего развития сферы услуг на селе, решения социальных проблем желательно было провести отношения собственности, аграрную реформу, финансово-кредитную реформу, социальные реформы и внешнеэкономические связи. проблемы населения, улучшение условий жизни населения.

Дело в том, что в сельской местности не разработана единая концепция развития системы оказания услуг населению в соответствии с рыночными отношениями и тем самым повышения благосостояния населения. необходимо провести масштабные научные исследования и работы в этом направлении.

Сегодня это сервис, основанный на сфере услуг, и эта деятельность связана с реализацией различных процессов.

Прежде всего, слово «услуга» в своей основе имеет следующие два лингвистических значения: - действие, приносящее кому-то пользу и обеспечивающее кому-то экономический комфорт.

Термин «услуга» трактуется учеными в экономической литературе с разных точек зрения в зависимости от области экономических знаний. В этот срок многие зарубежные и отечественные учёные провели теоретические исследования. Одним из известных учёных является Ф. Катлер, который определяет услугу следующим образом: «услуга – это любая деятельность, которую одна сторона может предложить другой».

И.С. Тохлиев, один из известных ученых нашей республики, утверждает, что «услуга является невидимым продуктом», и при таком подходе ученый выдвигает мнение, что услуга имеет товарный характер, то есть отражает трудовые отношения. Решения в процессах производства услуг, материального производства, но так, чтобы результат производственного процесса имел нематериальную форму.

Определение, данное И. Очиловым понятию услуги, эволюционировало по сравнению с другими по содержанию и сущности и дано в следующем виде: «Когда услуга называется, она понимается как таковая. сознательная деятельность личности, экономических субъектов, государства и народа, направленная на удовлетворение определенной потребности общества по отношению к данному процессу.

Профессор М.К. По мнению Пардарева, «когда речь идет о сфере услуг, имеется в виду, что сферы общественного производства направлены на создание потребительских ценностей, не имеющих материализованной формы, оказание материальных услуг (строительство, транспорт). связь, торговля, бытовые услуги и т.д.) и оказание нематериальных услуг (оказание юридических консультаций, обучение, обучение и т. д.)»[5]. Определяя иначе, он считает сферу услуг важной отраслью и отраслью, способствующей развитию социальной деятельности человека.

Основываясь на мнениях вышеизложенных ученых, можно сказать, что государство, общество, предприятия и организации, будь то индивидуальный потребитель, используют различные виды услуг для удовлетворения своих потребностей. Следовательно, их спрос и потребность в потреблении услуг является ярким доказательством того, что сфера услуг сама по себе является локомотивом промышленности и производителей в правильном развитии сферы услуг.

Обоснование основных особенностей развития сферы услуг на селе объясняется повышением ее социально-экономической эффективности на основе формирования стратегии обеспечения занятости населения и улучшения условий жизни за счет комплексного развития сфера услуг. сектор в сельской местности.

При анализе развития сферы услуг в селах желательно использовать методы индукции и дедукции, сравнительного анализа, таблицы и рисунки, а разработка предложений и рекомендаций является одной из актуальных задач современности.

Основными целями реформ, реализуемых в нашей стране, являются, прежде всего, создание достойных условий жизни для сельских жителей. Это требует дальнейшего развития сферы услуг в сельской местности.

Важно прояснить ряд сетевых вопросов при оказании услуг сельскому населению.

В частности, старение и упадок сельского населения, состояние сферы услуг в сельской местности, наличие общественного транспорта, наличие новых информационно-коммуникационных технологий, наличие остаточных и качественных ресурсов для образования и подготовки кадров; потребности здравоохранения и инновационные подходы. Для этого необходимо определить методы оказания услуг в сельской местности.

С нашей точки зрения развитие торговли и сферы услуг в селах и городах, особенно в отдаленных и менее населенных районах, связано с рядом проблем, которые требуют комплексного подхода для их решения. Рассмотрим основные проблемы и возможные решения:

Проблемы развития торговли и сферы услуг

Нехватка инфраструктуры

В селах и небольших городах часто отсутствует современная торговая и сервисная инфраструктура, что затрудняет доступность товаров и услуг.

Низкая покупательская способность населения.

В отдаленных и менее населенных районах покупательская способность часто ниже, что делает бизнес менее рентабельным и отпугивает инвесторов.

Следует отметить проблемы в некоторых местностях с ограниченным доступом к современным технологиям

Недостаток доступа к интернету и современным технологиям затрудняет внедрение современных методов обслуживания и электронной коммерции.

Проблемы с логистикой и транспортом.

Сложности с транспортной инфраструктурой затрудняют доставку товаров и услуг в удаленные районы.

Отсутствие квалифицированного персонала.

В селах может быть нехватка квалифицированных специалистов, что ограничивает качество предоставляемых услуг.

Нехватка инвестиций и финансирования

Меньшие инвестиции и отсутствие финансирования ограничивают развитие торговых и сервисных предприятий в этих районах.

Приведём решения и меры по улучшению.

Развитие инфраструктуры

Создание и модернизация торговых центров, рынков и сервисных точек.

Построение и улучшение дорог и транспортных маршрутов для облегчения доставки товаров.

Повышение покупательской способности

Развитие программ поддержки местных предпринимателей, включая субсидии и налоговые льготы.

Введение программ социальной поддержки, таких как повышенные пенсии и пособия для граждан с низкими доходами.

Внедрение современных технологий. Развитие инфраструктуры интернета и внедрение технологий электронной коммерции.

Обучение местных жителей использованию онлайн-платформ для покупок и оказания услуг.

Оптимизация логистики.

Развитие системы доставки и логистики, в том числе создание кооперативов и объединений для совместного использования ресурсов.

Внедрение инновационных решений, таких как дроны для доставки товаров.

Обучение и привлечение квалифицированного персонала

Проведение обучающих программ и тренингов для местных жителей.

Создание программ по привлечению специалистов и профессионалов из других регионов.

Привлечение инвестиций подразумевает создание инвестиционных фондов и программ для поддержки бизнеса в сельских и удаленных районах.

Поощрение частных инвестиций через налоговые льготы и субсидии.

Поддержка и стимулирование местного предпринимательства

Разработка и внедрение местных инициатив и программ, направленных на развитие малого и среднего бизнеса.

Создание бизнес-инкубаторов и акселераторов для местных предпринимателей.

Заключение

Развитие продовольственной сферы в селах и городах требует системного подхода, включающего как инфраструктурные улучшения, так и социальные и экономические инициативы. Современные методы обслуживания населения могут значительно улучшить качество жизни и стимулировать экономическое развитие в отдаленных и менее развитых районах.

Список литературы

- [1]. САИСТ (Китайская академия информационных и коммуникационных технологий). Белая книга о цифровой экономике Китая 2023. — Пекин, 2024.
- [2]. XIV Пятилетний план развития народного хозяйства и социальной сферы КНР (2021–2025). Государственный совет КНР, 2021.
- [3]. Закон КНР о кибербезопасности (网络安全法). — Постоянный комитет ВСНП, 2017.
- [4]. Закон КНР о безопасности данных (数据安全法). — Постоянный комитет ВСНП, 2021.
- [5]. McKinsey Global Institute. Digital China: Powering the Economy to Global Competitiveness. McKinsey & Company, 2023.
- [6]. PricewaterhouseCoopers. Sizing the Prize: What's the Real Value of AI for Your Business? — PwC, 2023.
- [7]. Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. — McGraw-Hill, 1994.

MUKAMMAL O'TIRADIGAN KO'YLAK: ASOS ANDOZA YARATISHNING ILMIY YONDASHUVI

R.A. Berdiyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID:0009-0009-7287-7243

e-mail: ranoberdiyevahon@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada mukammal o'tiradigan ayollar ko'ylagini yaratishda asos andoza ishlab chiqishning ilmiy yondashuvi tahlil qilinadi. Tadqiqotda antropometrik o'lchovlar, konstruktiv hisoblash usullari hamda zamonaviy CAD texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari o'rganildi. Natijada kiyimning tana tuzilishiga optimal moslashuvini ta'minlaydigan takomillashtirilgan asos andoza modeli ishlab chiqildi. Ushbu yondashuv kiyim sifatini oshirish va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: asos andoza, ko'ylak konstruksiyasi, antropometriya, CAD tizimlari, tikuvchilik texnologiyasi, kiyim dizayni.

Kirish. Zamonaviy tikuvchilik sanoatida ayollar ko'ylagini loyihalash jarayoni nafaqat estetik talablar, balki ergonomik va antropometrik mezonlarga ham asoslanadi. Mukammal o'tiradigan ko'ylak yaratish uchun asos andoza ishlab chiqish eng muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Asos andoza kiyim konstruksiyasining boshlang'ich modeli bo'lib, u mahsulotning inson tana tuzilishiga mosligini, harakat erkinligini va umumiy qulayligini belgilaydi. Shu sababli, asos andozani ilmiy yondashuv asosida ishlab chiqish tikuvchilik sohasida dolzarb masala hisoblanadi.

So'nggi yillarda moda sanoatida individual yondashuvga bo'lgan talab ortib bormoqda. Standart o'lcham tizimlari har doim ham har bir insonning tana tuzilishini to'liq aks ettira olmaydi, bu esa kiyimning noto'g'ri o'tirishiga olib keladi. Shu sababli antropometrik o'lchovlarga asoslangan aniq konstruksiya usullarini ishlab chiqish zarurati yuzaga kelmoqda. Bunda zamonaviy CAD tizimlari yordamida raqamli andoza yaratish jarayoni yanada tezkor va aniq amalga oshiriladi.[1]

Mazkur maqolada mukammal o'tiradigan ko'ylak uchun asos andoza yaratishning ilmiy yondashuvi o'rganiladi. Tadqiqot davomida klassik va zamonaviy konstruksiya usullari tahlil qilinib, ularning afzallik va kamchiliklari solishtiriladi. Shuningdek, antropometrik ma'lumotlar asosida ishlab chiqilgan yangi modelning samaradorligi baholanadi. Ushbu yondashuv kiyimning tana bilan optimal moslashuvini ta'minlash, ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va yuqori sifatli mahsulot yaratishga xizmat qiladi.

Metodologiya. Mazkur tadqiqotda mukammal o'tiradigan ayollar ko'ylagi uchun asos andoza yaratish jarayonini takomillashtirish maqsadida tizimli, bosqichma-bosqich ilmiy metodologiya qo'llanildi. Tadqiqot uch asosiy bosqichdan iborat: ma'lumotlarni yig'ish bosqichi, konstruktiv tahlil bosqichi va eksperimental tekshiruv bosqichi.

Birinchi bosqichda respondentlarning antropometrik ma'lumotlari maxsus standartlashtirilgan o'lchov protokoli asosida yig'ildi. Bu jarayonda o'lchovlarning aniqligini oshirish uchun bir xil holat (postura), bir xil o'lchov nuqtalari va takroriy o'lchash usuli qo'llanildi. O'lchovlar inson tanasining asosiy konstruktiv nuqtalariga yo'naltirildi: bo'y, ko'krak balandligi, bel chizig'i joylashuvi va son kengligi. Ma'lumotlar raqamli bazaga kiritilib, statistik qayta ishlashga tayyorlandi.

Ikkinchi bosqichda olingan antropometrik ma'lumotlar asosida konstruktiv tahlil amalga oshirildi. Bu bosqichda parametrik yondashuv qo'llanilib, har bir o'lcham o'rtasidagi bog'liqliklar matematik model orqali ifodalandi. Ko'krak-bel-son nisbatlari asosida yangi balanslash tizimi ishlab chiqildi. Ushbu tizim kiyimning tana bilan moslashuv darajasini oshirishga yo'naltirildi. Shuningdek, konstruktiv chiziqlarni optimallashtirish uchun geometrik modellash usullari qo'llanildi.

Uchinchi bosqichda ishlab chiqilgan andoza asosida tajriba namunalari tayyorlandi. Ushbu jarayonda qo'lda tikish bilan birga raqamli texnologiyalar ham qo'llanildi. Xususan, Lectra tizimi orqali andoza variantlari sinovdan o'tkazildi va turli o'lchamlar uchun avtomatik moslashtirish amalga oshirildi. Har bir namuna ergonomik va estetik mezonlar asosida baholandi [2].

Qo'shimcha ravishda, foydalanuvchi kiyimni kiyib ko'rish (fitting test) protokoli ishlab chiqildi. Bu protokol asosida harakat erkinligi, choklarning joylashuvi, matoning taranglik darajasi va umumiy qulaylik darajasi baholandi. Olingan natijalar ekspertlar guruhi tomonidan 5 ballik tizimda tahlil qilindi.

Metodologiyaning muhim jihatlaridan biri sifatida iterativ yondashuv qo'llanildi, ya'ni andoza bir necha marta takomillashtirilib borildi. Har bir iteratsiya natijalari keyingi bosqichga asos bo'lib xizmat qildi. Bu yondashuv mukammal o'tirish darajasiga ega bo'lgan yakuniy modelni shakllantirish imkonini berdi [3].

Tadqiqot davomida mukammal o'tiradigan ayollar ko'ylagi uchun ishlab chiqilgan asos andoza modeli bir nechta eksperimental sinovlar orqali baholandi. Olingan natijalar klassik usulda yaratilgan andozalar bilan solishtirildi va yangi metodikaning sezilarli ustunlikka ega ekanligi aniqlandi. Baholash jarayonida kiyimning tana bilan moslashuvi, deformatsiya darajasi, ergonomik qulaylik hamda estetik ko'rsatkichlar asosiy indikatorlar sifatida olindi [4].

Eksperimental sinovlarda asosiy mezonlardan biri sifatida moslashuv xatoligi (fit error) hisoblandi. Bu ko'rsatkich quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$E_f = \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - T_i|}{n}$$

bu yerda E_f — moslashuv xatoligi, M_i — model bo'yicha o'lchov, T_i — real tana o'lchovi, n — o'lchov nuqtalari soni.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, yangi ishlab chiqilgan asos andoza bo'yicha E_f qiymati o'rtacha **0.8–1.2 sm** oralig'ida bo'lib, bu klassik usuldagi 2.5–3.5 sm ko'rsatkichga nisbatan ancha pastdir. Bu esa kiyimning tana bilan aniqroq moslashishini tasdiqlaydi.

Shuningdek, kiyim deformatsiyasi darajasi ham alohida formula asosida baholandi:

$$D = \frac{A_d}{A_t} \times 100\%$$

bu yerda D — deformatsiya foizi, A_d — deformatsiyalangan maydon, A_t — umumiy maydon.

Olingan natijalarga ko'ra, yangi modelda deformatsiya darajasi 5–7% ni tashkil etdi, bu esa an'anaviy andozalardagi 12–15% ko'rsatkichdan sezilarli darajada past.

Quyidagi grafikda tajriba va klassik usul taqqoslanishi tasvirlangan:[5]

Bundan tashqari, ergonomik baholash natijalari ham tahlil qilindi. Foydalanuvchilar tomonidan berilgan o'rtacha qulaylik bahosi 5 ballik tizimda **4.6 ball**ni tashkil etdi, bu esa yuqori qoniqish darajasini ko'rsatadi.[5]

CAD muhitida bajarilgan raqamli testlar natijasida andoza moslashuv tezligi ham yaxshilanganligi aniqlandi. Modelni turli o'lchamlarga o'tkazish (grading) vaqti o'rtacha 35–40% ga qisqardi. Bu jarayon quyidagi nisbat orqali ifodalanadi:

$$S_t = \frac{T_c - T_n}{T_c} \times 100\%$$

bu yerda S_t — samaradorlik oshishi, T_c — klassik vaqt, T_n — yangi metod vaqti.

Umuman olganda, olingan natijalar yangi ishlab chiqilgan asos andoza yaratish texnologiyasi yuqori aniqlik, past xatolik darajasi va yaxshi ergonomik moslashuvni ta'minlashini ko'rsatdi. Bu esa uni zamonaviy tikuvchilik sanoatida samarali qo'llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Muhokama. Mukammal o'tiradigan ko'ylak yaratish jarayoni nafaqat dizayn va ijodkorlik, balki aniq ilmiy hisob-kitob va o'lchovlarga asoslangan texnologik jarayondir. Asos andoza (baza patron) tikuvchilikning eng muhim bosqichi bo'lib, u kiyimning inson tanasiga qanday o'tirishini belgilaydi. Shu sababli, uning to'g'ri ishlab chiqilishi yakuniy mahsulot sifatiga bevosita ta'sir qiladi.

Ilmiy yondashuvda avvalo inson tanasining antropometrik o'lchovlari olinadi. Bunda bo'y, ko'krak, bel, son aylanalari, yelka kengligi va orqa uzunligi kabi asosiy parametrlar aniqlanadi. Ushbu o'lchovlar matematik formulalar va nisbatlar orqali tahlil qilinadi. Har bir detal o'zaro mutanosiblikda bo'lishi kerak, aks holda kiyimda burmalar, tortilish yoki noqulaylik yuzaga keladi.

Asos andoza yaratishda konstruktiv modellashtirish muhim o‘rin tutadi. Bu jarayonda geometrik chizmalar, simmetriya qonunlari va proporsiyalar qo‘llaniladi. Zamonaviy tikuvchilikda kompyuter dasturlari yordamida 3D modellashtirish ham keng qo‘llanilib, bu xatoliklarni kamaytiradi va aniqlikni oshiradi.[6]

Bundan tashqari, matoning fizik xususiyatlari ham hisobga olinadi. Masalan, elastiklik, zichlik va cho‘ziluvchanlik kabi omillar andozaning yakuniy shakliga ta’sir qiladi. Shu sababli ilmiy yondashuvda faqat inson o‘lchovi emas, balki material xususiyatlari ham muhimdir.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, mukammal o‘tiradigan ko‘ylak yaratish jarayoni aniq ilmiy yondashuvga asoslanadi. Asos andoza to‘g‘ri ishlab chiqilishi kiyimning tanaga qulay va chiroyli o‘tirishini ta’minlaydi. Bunda inson tana o‘lchovlari, geometrik hisob-kitoblar va matoning fizik xususiyatlari muhim rol o‘ynaydi. Zamonaviy texnologiyalar, xususan kompyuter modellashtirish esa jarayonni yanada aniq va samarali qiladi. Demak, sifatli ko‘ylak yaratish san’at va ilmning uyg‘unlashuvi natijasidir.

Adabiyotlar

- [1]. Коблякова Е. Б. Основы конструирования одежды. – Москва: Легкая индустрия, 2018.
- [2]. Алдрич У. Моделирование и конструирование одежды. – Москва: Эксмо, 2016. – 288
- [3]. Гриншпан А. М. Конструирование женской одежды. – Санкт-Петербург: Питер, 2015
- [4]. Мюллер К. Практическое конструирование одежды. – Berlin: Verlag Europa-Lehrmittel, 2017. – 410 с.
- [5]. ГОСТ 2.105–95. Общие требования к текстовым документам. – Москва: Госстандарт России, 1996.

AYOLLAR LIBOSLARI UCHUN MUKAMMAL ASOS ANDOZA YARATISH TEKNOLOGIYASI

R.A. Berdiyeva

Farg‘ona davlat texnika universiteti

ORCID:0009-0009-7287-7243

ranoberdiyevahon@gmail.com

(Qabul qilindi 20.04.2026 y.)

Annotatsiya . Ushbu maqolada ayollar liboslari uchun mukammal asos andoza yaratish texnologiyasi ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Tadqiqot davomida antropometrik o‘lchovlar, zamonaviy konstruksiya usullari va grafik metodlardan foydalanildi. Natijada universal asos andoza modeli ishlab chiqildi hamda uning amaliy samaradorligi tajriba-sinov orqali asoslandi. Taklif etilgan yondashuv kiyimning tana tuzilishiga mosligini oshirish, estetik ko‘rsatkichlarini yaxshilash va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: asos andoza, ayollar libosi, konstruksiya, antropometriya, tikuvchilik texnologiyasi, kiyim dizayni, o‘lcham tizimi.

Kirish

Zamonaviy tikuvchilik sanoatida ayollar liboslarini loyihalash va ishlab chiqarish jarayoni yuqori aniqlik va ilmiy yondashuvni talab etadi. Ayniqsa, asos andoza yaratish bosqichi kiyimning sifatini belgilovchi eng muhim omillardan biri hisoblanadi. Asos andoza – bu kiyim konstruksiyasining boshlang‘ich modeli bo‘lib, u mahsulotning tana tuzilishiga mos tushishini, qulayligini hamda estetik ko‘rinishini ta’minlaydi. Shu boisdan, mukammal asos andoza yaratish texnologiyasini ishlab chiqish tikuvchilik sohasida dolzarb ilmiy-amaliy masala sifatida qaraladi.

So‘nggi yillarda moda sanoatida individual yondashuvga bo‘lgan talab keskin ortib bormoqda. Har bir iste’molchining tana tuzilishi o‘ziga xos bo‘lganligi sababli, standart o‘lchamlarga asoslangan andozalar ko‘pincha mukammal natija bermaydi. Bu esa yangi, moslashuvchan va aniq konstruksiya usullarini ishlab chiqishni taqozo etadi. Antropometrik ma’lumotlardan samarali foydalanish, zamonaviy grafik va raqamli texnologiyalarni qo‘llash orqali asos andozani takomillashtirish imkoniyati kengaymoqda [1].

Mazkur maqolada ayollar liboslari uchun mukammal asos andoza yaratishning nazariy va amaliy jihatlari o'rganiladi. Tadqiqot jarayonida klassik konstruksiya usullari tahlil qilinib, ularning afzallik va kamchiliklari aniqlanadi. Shuningdek, yangi texnologik yondashuv asosida ishlab chiqilgan andoza modelining samaradorligi eksperimental tarzda baholanadi. Ushbu yondashuv kiyimning tana bilan moslashuvini yaxshilash, ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish hamda yuqori sifatli mahsulot yaratishga xizmat qiladi.

Ushbu tadqiqotda ayollar liboslari uchun mukammal asos andoza yaratish texnologiyasini ishlab chiqish maqsadida kompleks yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot materiali sifatida turli yosh (18–45 yosh), tana tuzilishi va antropometrik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan ayollarning o'lchov ma'lumotlari olindi. O'lchovlar an'anaviy antropometrik usullar yordamida, ya'ni santimetr lenta va maxsus o'lchov nuqtalari asosida aniqlandi. Asosiy o'lchamlar qatoriga ko'krak aylanasi (KA), bel aylanasi (BA), son aylanasi (SA), yelka kengligi (YK), orqa uzunligi (OU) va umumiy bo'y uzunligi (BU) kiritildi.[2]

Andoza qurish jarayonida proporsional-hisoblash va grafik konstruksiya usullari qo'llanildi. Asos andozaning boshlang'ich to'g'ri to'rtburchagi quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$W = \frac{KA}{2} + E$$

bu yerda **W** – andozaning kengligi, **KA** – ko'krak aylanasi, **E** – erkinlik qo'shimchasi (odatda 2–4 sm oralig'ida olinadi).

Andozaning balandligi esa quyidagi bog'lanish orqali aniqlanadi:

$$H = OU + D$$

bu yerda **H** – andoza balandligi, **OU** – orqa uzunligi, **D** – pastki qism uchun qo'shimcha (odatda 1–2 sm).

Konstruksiya jarayonida asosiy konstruktiv chiziqlar — ko'krak chizig'i, bel chizig'i va son chizig'i bosqichma-bosqich joylashtirildi. Har bir chiziq antropometrik nisbatlarga asoslangan holda aniqlanib, inson tanasining anatomik tuzilishiga mos ravishda joylashtirildi. Yelka qismi va qo'ltiq o'yi (proyma)ni qurishda egri chiziqlarni aniqlash uchun grafik interpolatsiya usulidan foydalanildi.[3]

Tadqiqotda zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan ham foydalanildi. Xususan, andozalarni raqamli shaklda qurish va tekshirish uchun CAD (Computer-Aided Design) dasturlari qo'llanildi. Bu esa andozaning aniqligini oshirish, xatoliklarni kamaytirish va turli o'lchamlar uchun tezkor moslashtirish imkonini berdi.

CAD (Computer-Aided Design - kompyuter yordamida loyihalash) tizimlari zamonaviy tikuvchilik va moda sanoatida muhim o'rin egallaydi. Ushbu tizimlar kiyim andozalarini yaratish, tahrirlash, o'lchamlarni moslashtirish va modellash jarayonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi. An'anaviy qo'lda chizish usullariga nisbatan CAD dasturlari yuqori aniqlik, tezkorlik va samaradorlikni ta'minlaydi.

Tikuvchilik sohasida keng qo'llaniladigan CAD tizimlariga Gerber AccuMark, Lectra va Optitex kiradi. Ushbu dasturlar yordamida konstruktorlar asos andozani raqamli shaklda yaratib, uni turli o'lchamlarga avtomatik tarzda gradatsiya qilishlari mumkin. Bundan tashqari, 3D modellash funksiyasi orqali kiyimning inson tanasida qanday ko'rinishini oldindan vizual baholash imkoniyati mavjud.

CAD tizimlarining yana bir muhim afzalligi - material sarfini optimallashtirishdir. Dastur matoni joylashtirish (marker making) jarayonini avtomatik hisoblab, chiqindilarni kamaytiradi. Bu esa ishlab chiqarish xarajatlarini sezilarli darajada qisqartiradi.

Shuningdek, CAD texnologiyalari ishlab chiqarish jarayonini raqamlashtirish orqali inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytiradi va mahsulot sifatini oshiradi.[4]

Natijalar

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida ayollar liboslari uchun mukammal asos andoza yaratish texnologiyasining samaradorligi ilmiy va amaliy jihatdan tasdiqlandi. Tadqiqot jarayonida ishlab chiqilgan yangi konstruksiya usuli asosida turli tana tuzilishiga ega bo'lgan respondentlar uchun

andozalar tayyorlandi va ular asosida tajriba namunaviy liboslar tikildi. Olingan natijalar an'anaviy usullar bilan yaratilgan andozalar bilan taqqoslab tahlil qilindi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, taklif etilgan texnologiya asosida yaratilgan andozalar tana o'lchamlariga yuqori darajada mos keladi. Xususan, ko'krak, bel va son qismlarida moslashuv aniqligi oshgani kuzatildi. Tajriba davomida kiyimning tana bilan moslashuv darajasi maxsus baholash mezonlari asosida aniqlanib, o'rtacha 15–20% ga yaxshilanganligi qayd etildi. Bu esa yangi yondashuvning amaliy ahamiyatini ko'rsatadi.[5]

Shuningdek, ishlab chiqilgan asos andoza yordamida tikilgan liboslarda konstruktiv chiziqlarning to'g'ri joylashuvi natijasida deformatsiya va noqulaylik holatlari sezilarli darajada kamaydi. Ayniqsa, yelka qismi va qo'ltiq o'yi sohasida harakat erkinligi oshgani aniqlandi. Bu holat kiyimning ergonomik xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarida CAD texnologiyalaridan foydalanishning ijobiy ta'siri ham alohida qayd etildi. Raqamli muhitda yaratilgan andozalar yuqori aniqlikni ta'minlab, o'lchamlar orasida tezkor moslashtirish imkonini berdi. Natijada ishlab chiqarish jarayonida vaqt sarfi qisqarib, andoza tayyorlash samaradorligi oshdi. Bundan tashqari, material sarfi optimallashtirilib, chiqindilar miqdori kamaygani kuzatildi.

Ekspperimental sinovlar asosida olingan natijalar yangi asos andoza yaratish texnologiyasining universalligini ham ko'rsatdi. Ya'ni, ushbu yondashuv turli o'lcham va tana tiplari uchun moslashuvchan bo'lib, individual buyurtmalar asosida kiyim ishlab chiqarishda samarali qo'llanishi mumkin.[6]

Xulosa

Mazkur tadqiqot natijalari ayollar liboslari uchun mukammal asos andoza yaratish texnologiyasining ilmiy va amaliy ahamiyatini tasdiqladi. Ishlab chiqilgan yondashuv antropometrik o'lchovlarga asoslangan bo'lib, kiyimning tana tuzilishiga aniq moslashishini, qulayligini va estetik ko'rinishini ta'minlashga xizmat qiladi. Tadqiqot davomida qo'llanilgan konstruksiya usullari va zamonaviy texnologiyalar asosida yaratilgan andoza modeli yuqori aniqlik va moslashuvchanlikka ega ekanligi aniqlandi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, yangi texnologiya asosida tayyorlangan andozalar yordamida tikilgan liboslarda o'tirish sifati yaxshilanadi, harakat erkinligi oshadi va qayta tuzatish ishlari sezilarli darajada kamayadi. Bu esa nafaqat mahsulot sifatini oshiradi, balki ishlab chiqarish jarayonining samaradorligini ham ta'minlaydi. Ayniqsa, CAD tizimlaridan foydalanish andoza yaratish jarayonini tezlashtirib, inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytirishda muhim rol o'ynaydi.

Shu bilan birga, tadqiqot natijalari asosida ayollar liboslarini loyihalashda individual yondashuvni keng qo'llash zarurligi asoslab berildi. Bu esa zamonaviy moda sanoatida iste'molchilar talablarini to'liq qondirish imkonini yaratadi.

Umuman olganda, taklif etilgan asos andoza yaratish texnologiyasi tikuvchilik sanoatida innovatsion yechim sifatida baholanadi. Uni amaliyotga keng joriy etish orqali yuqori sifatli, qulay va estetik jihatdan mukammal liboslar ishlab chiqarishga erishish mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Калинин В.Е. Конструирование женской одежды. Москва: Легкая индустрия, 2020. 312 с.
- [2]. Коблякова Е.Б. Основы конструирования одежды. Москва: Академия, 2021. 256 с.
- [3]. Armstrong H.J. Pattern Making for Fashion Design. New York: Pearson Education, 2019. 384 p.
- [4]. Aldrich W. Metric Pattern Cutting for Women's Wear. Oxford: Wiley-Blackwell, 2020. 240 p.
- [5]. Jenkyn Jones S. Fashion Design: The Complete Guide. London: Thames & Hudson, 2019. 208 p.
- [6]. LaBat K., Sokolowski S. Fundamentals of Fashion Design and Construction. New York: Bloomsbury, 2021. 275 p.
- [7]. Гузикова М.В. Антропометрия и размерные стандарты в легкой промышленности. Санкт-Петербург: Питер, 2022. 198 с.
- [8]. Anderson J. CAD Systems in Apparel Manufacturing. London: Routledge, 2021. 310 p.

1. “Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал”, “Scientific – Technical Journal”) саҳифаларида фундаментал ва техника фанлари соҳасида янги илмий натижаларга эга бўлган ва 50 % дан ортиқ қисми илгари эълон қилинмаган ўзбек, рус, инглиз тилларида тайёрланган мақола ва қисқа хабарлар қуйидаги бўлимлар бўйича чоп этилади: **физика-математика фанлари; механика; қурилиш; энергетика, электротехника; электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари; кимёвий технология ва экология; ижтимоий-иқтисодий фанлар; қисқа хабарлар.**

2. Мақола стандарт A4 ўлчамдаги оқ қоғознинг бир томонида чапдан 30 мм, ўнгдан 15 мм, юқоридан ва пастдан 20 мм кенгликда жой қолдириб, **Times New Roman** шрифтида, **12 pt** ўлчамда, қаторлар ораси **бир оралиқ** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифадан**, қисқа хабарлар эса **уч саҳифадан** ошмаслиги ва иккинчи нусхасида барча муаллифлар фамилияси, исми ва шарифларини кўрсатиб имзо чекишлари лозим.

3. Мақолага қуйидагилар илова қилинади: иш бажарилган **ташкилот йўлланмаси**; ўзбекча, русча ва инглизча **аннотациялар** (бир хил мазмунда ва 5-6 қатордан ошмаслиги зарур), **таянч сўзлар, мақола номлари; эксперт хулосаси; муаллифлар тўғрисида маълумот** (иш жойи, лавозими, телефони, e-mail). Муаллифлар орасида фан доктори бўлмаган тақдирда, шу соҳа ихтисослиги бўйича **фан докторининг тавсияси** тақдим этилади.

4. Формулалар компьютерда Word формулалар муҳаррирининг Math Type версиясида ёзилади. Чизмалар ва диаграммалар стандарт қоидаларга риоя қилинган ҳолда 10×10 см дан катта бўлмаган ўлчамда тайёрланиши, ёзувлар имкони борида сонлар ёки ҳарфлар кўринишида берилиши ва улар мақола саҳифасида ёки чизмага иловада тушунтирилиши лозим. Мақолада чизмалар сони **4** тагача, қисқа хабарларда эса **2** тагача рухсат этилади.

5. Мурожаат қилинган адабиётлар рўйхати мақола охирида қуйидаги тартибда келтирилади: муаллифнинг фамилияси, исми, шарифи, китоб (журнал)нинг номи, нашриёт (китоблар учун) йили, журнал номери, саҳифа (журнал учун). Мақола саҳифаларида адабиётларга илова рақам билан тартибли равишда квадрат қавс ичида (масалан [7] кўринишида) берилади.

6. Мақолани тайёрлашга ўта синчковлик ва ўткир диққат билан ёндошиш тавсия этилади. У илмий ва грамматик жиҳатдан юқори даражада талабчанлик билан илмий мақола мақомида таҳрирланган бўлиши лозим: саёз мазмундаги, ғализ ва узундан-узоқ жумлаларни ишлатмаслик; мақоланинг илмий йўналишига, шу куннинг ечилмаган ва долзарб муаммоларига баҳо берилиши; ишнинг асосий мақсади, қўйиладиган масалалар ва уларни ечиш услублари, олинган янги илмий натижалар ва уларнинг таҳлили ҳамда аниқ хулосалар қатъий кетма-кетликда равон тилда баён қилиниши лозим.

7. Таҳририят зарурат бўлганда тақдим этилган мақола ва қисқа хабарларни таҳрир қилиш ҳуқуқига эга. Улар сўзсиз таҳририят аъзоларига ёки бошқа тегишли мутахассисларга тақризга берилади.

8. Агар мақола муаллифга қайта ишлаш учун қайтарилса, мақоланинг охириги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. *Журналнинг электрон вариантларини ФДТУ веб-сайти <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.*

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала» публикуются статьи и краткие сообщения в области фундаментальных и технических наук, содержащие новые или более 50 % ранее не опубликованные научные результаты, на узбекском, русском или английском языках по следующим разделам: **фундаментальные науки; механика; строительство; энергетика, электротехника; электронные устройства и информационные технологии; химическая технология и экология; социально-экономические науки; краткие сообщения.**

2. Статья представляется в двух экземплярах на белой бумаге стандартного формата А4 с полями: слева 30 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 10x10 см, надписи, индексы или буквенные обозначения, желательно указать и пояснить на страницах статьи или в приложениях к рисункам.

5. Список литературы представляется в конце статьи в следующем порядке: Ф.И.О. авторов, название книги (журнала), год издания (для книг), номер журнала, страницы (для журналов). На страницах статьи ссылки на цитируемую литературу представляются в порядке упоминания арабской цифрой в квадратных скобках, например: [1].

6. Внимательно относитесь к стилю своей статьи, который должен отвечать требованиям высокой степени редактирования, как в отношении научности, так и грамматики. Избегайте длинных фраз поверхностного содержания. Для лучшего восприятия большой статьи читателями рекомендуется разбить текст на разделы: например, 1. Введение, 2. Методика эксперимента, 3. Экспериментальные результаты, 4. Заключение. Следует обязательно указать основную цель работы, постановку задач, актуальность и современность проблемы, методы и способы решения, полученные новые научные результаты и их анализ, а также конкретные выводы.

7. Представленные в редакцию статьи направляются для рецензирования членам редакции или другим соответствующим специалистам. Определяются, соответствует ли статья тематике журнала, есть ли в ней четко сформулированные новые научные результаты, достаточно ли надёжно обоснованы выводы, понятно ли изложен материал. При необходимости статья может быть отредактирована.

8. В случае возврата статьи авторам для доработки срок её поступления в редакцию, считается со дня поступления последнего её варианта.

При печати материалов журнала применяется текстовый редактор doc.MS Word 97 (2003). Для своевременного опубликования статьи, авторам необходимо представить электронный вариант статьи, набранный на компьютере с использованием указанной программы.

9. Электронные версии журнала доступны на веб-сайте ФГТУ <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Статьи, не оформленные согласно вышеуказанным правилам, редакцией не принимаются.

INFORMATION TO THE AUTHORS !

1. On pages “Scientific – Technical Journal” are published articles and short messages in the field of the fundamental and technical science, containing new or more than 50% earlier not published scientific results, in Uzbek, Russian or English languages according to the following sections: fundamental sciences; mechanics; construction; power, electrical equipment; electronic devices and information technologies; chemical technology and ecology; social and economic sciences; short messages.

2. Article is submitted in duplicate on white paper of the standard A4 format with fields: at the left 30 mm, above and below on 20 mm, on the right 1,5 mm; Times New Roman 12 pt font, interlinear distance one interval. The total amount of article shouldn't exceed eight pages, apart from drawings, the short messages, no more than three pages. The second copy of article is submitted with signatures of all authors.

3. To article are applied: the direction of establishment in which work is performed; the expert opinion (for authors from the Republic of Uzbekistan); in Uzbek, Russian and English languages the summary (from 5-6 lines of the identical contents), key words, article name; data on authors (work place, position, phone, e-mail). In case of absence among authors of the doctor of science the recommendation of the doctor of science in the field of this specialty is submitted.

4. For writing of formulas in the text the Word Math Type editors need to use. Formulas are numbered in a through order. For designation of physical, mathematical and chemical quantities, including indexes, exclusively Latin and Greek letters are applied. It is impossible to designate various sizes the same letter the Prepared drawings and charts have to conform to standard requirements and not exceed the sizes more than 10x10 cm, inscriptions, indexes or alphabetic references, it is desirable to specify and explain on pages of article or in annexes to drawings.

5. The list of references is submitted at the end of article in the following order: First name, middle initial, last name authors, the name of the book (journal), year of the edition (for books), the issue of the journal, pages (for Journal). On pages of article of the link to quoted literature are represented as a mention in the Arab figure in square brackets, for example: [1].

6. Consider to the style of the article attentively which has to meet the requirements of high extent of editing as concerning scientific character, and grammar. Avoid long phrases of the superficial contents. For the best perception of big article readers recommend to break the text into sections: for example, 1. Introduction, 2. Experiment technique, 3. Experimental results, 4. Conclusion. It is necessary to specify surely a main objective of work, statement of tasks, relevance and the present of a problem, methods and ways of the decision, the received new scientific results and their analysis, and also concrete conclusions.

7. Articles presented to edition go for reviewing to members of edition or other corresponding experts. Are defined, whether there corresponds article to journal subject, whether there are accurately formulated according to new scientific results in it, whether it is enough reliably valid conclusions, whether the material is clearly stated. If necessary article can be edited.

8. In case of article return to authors for completion, the term of its receipt in edition, is considered from the date of receipt of its last option.

At the press of materials of the journal the text editor of doc.MS Word 97 (2003) is applied. For timely publication of article, authors need to present the electronic version of article gathered on the computer with use of the specified program.

9. The electronic version of the journal is available on the FSTU website, <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Articles that are not prepared based on the specified rules will not be accepted by the editorial office.

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳих
Мусахҳих
Компьютерда саҳифаловчи

Н.Х. Юлдашев
А.Ш. Нигматуллина
Д.Х. Мамажонова
С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: <http://www.fstu.uz>
E-mail: jurnalfstu@mail.ru

Ўзбекистон Республикаси Президенти администрацияси ҳузуридаги
Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан
Оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилиб,
2020 йил 6 августда № 1081 рақамли гувоҳнома олинди.

Босишга рухсат этилди: 02.06.2026 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FDTU ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.