



FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI



2
2026

Tahririyat hay'ati raisi:
SIDDIQOVA S.G'. –
Buxoro davlat texnika universiteti rektori

Muovini:
NIZAMOV A.B. –
BuxDTU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori
Tahrir hay'ati:

MUQIMOV K.M. – O'zR FA akademigi (O'zMU)
JALILOV A.T. – O'zR FA akademigi (Toshkent kimyo-texnologiya ITI)
NEGMATOV S.N. – O'zR FA akademigi ("Fan va taraqqiyot" DUK)
BAHODIROV G'.A. – t.f.d., professor, O'zR FA bosh ilmiy kotibi
XAMIDOV O.X. – iqtisod fanlari doktori, professor (BuxDU)
JALILOV T.K. – iqtisod fanlari doktori (DSc), professor (TKTI)
PARDAYEVA M.D. – BuxDTU yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektori, falsafa fanlari doktori (DSc)
XOJIYEV A.X. – o'quv ishlari bo'yicha prorektor, texnika f.f.d. (PhD)
SAIDOV S.B. – Buxoro DTU moliya va iqtisod ishlari bo'yicha prorektori
QURBONOV J.M. – texnika fanlari doktori, professor (Samarqand ISI)
ADIZOV B.Z. – texnika fanlari doktori (DSc), pprofessor, O'zRFA UNKI
ASTANOV S.X. – fizika-matematika fanlari doktori, professor
RAXMONOV X.Q. – texnika fanlari doktori, professor
VOXIDOV M.M. – texnika fanlari doktori, professor
JO'RAYEV X.F. – texnika fanlari doktori, professor
SADULLAYEV N.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOV Q.X. – texnika fanlari doktori, professor
FOZILOV S.F. – texnika fanlari doktori, professor
ISABAYEV I.B. – texnika fanlari doktori, professor
ABDURAHMONOV O.R. – texnika fanlari doktori, professor
GAFUROV K.X. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
XAYDAROV A.A. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
JO'RAYEV F.O'. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MURADOVA F.R. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
JUMAYEV M.R. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
YUNUSOVA G.S. – falsafa fanlari doktori (DSc), professor
BOBOYEV A.Ch. – iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
TO'XTAYEVA Z.Sh. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.J. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
HAYITOV R.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOZOROV G'.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOLTAYEV Z.I. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
OLTIYEV A.T. – texnika fanlari doktori, (DSc)
JALILOV R.B. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.I. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOVA N.Q. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
AXMEDOV V.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV R.A. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
PULATOVA M.I. – fizika-matematika fanlari nomzodi, professor
RAHMATOV Sh.A. – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
OCHILOV A.R. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
O'RINOV U.A. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
PO'LATOVA S.U. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
SAMIYEVA Sh.X. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
TESHAYEV M.X. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
XAITOV V.U. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
XOJIYEV Sh.M. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
XAYITOV Sh.N. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
ZOIROV E.X. – falsafa fanlari doktori (DSc), dotsent
NARZIYEV M.S. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
NAMAZOVA N.J. – iqtisodiyot fanlari b.f.d. (PhD), dotsent

Bosh muharrir: DO'STOV H.B. – kimyo fanlari doktori, professor

Muharrirlar: Artikova M.M., Istamova G.X.
Musahhih: Barakayeva D.F.

FAN VA TEXNOLOGIYALAR
TARAQQIYOTI
ILMIY-TEXNIKAVIY JURNAL

DEVELOPMENT OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyati boshqarmasida 2014 yil 22-sentyabrda № 05-066-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan

Muassis:
Buxoro davlat texnika universiteti

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2017 yil 29-martdagi №239/5-sonli qarori bilan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. 2019 yilda O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari bilan qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.

Tahririyat manzili:
200117, Buxoro shahri, Q. Murtazoyev ko'chasi, 15-uy, Buxoro davlat texnika universiteti

Tel: 0(365) 223-92-40

Faks: 0(365) 223-78-84

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Jurnalning to'liq elektron varianti bilan <http://journal.bstu.uz> sayti orqali tanishish mumkin.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jurnalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarning mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar.

MUNDARIJA – CONTENT

TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JHOZLAR	
Kayumov U.E., Pardayeva Sh.S., Istamov M.F. Konchilik sanoatida qo‘llaniladigan markazdan qochma nasoslarning ekspluatatsiyasining xususiyatlari	5
Majitov J.A., Narzulleyev M.N. Yakka iste‘molchilarga mo‘ljallangan biogaz qurilmasining tajriba tadqiqotlari.....	12
Fattoyev F.F., Hamidov A.X. o‘zbekiston respublikasida standartlashtirish bo‘yicha texnik qo‘mitalarning faoliyatini baholashda xalqaro tajribalarning o‘rni va ahamiyati.....	22
Taslimov A.D., Raximov F.M., Norqulov A.O. Navoiy shahar transformator podstansiyalarida faza balanslashni joriy etish bo‘yicha ustuvorlashtirish modeli.....	32
Mavlonova I.R. Pilla losi va sannohidan momiq olish hamda qayta ishlash istiqbollari.....	38
Narziev M.S., Axmedov V.N., Mavlonova I.R., Qodirov M.M. Pilla losini qo‘shimchalardan va seritsindan tozalashda tabiiy komponentlarni qo‘llash texnologiyasi.....	44
Мусурмонов И.М., Рахматова С.Ф., Жумаев А.А., Жумаева Н.К. Результаты исследования структурного состояния износостойких белых чугунов.....	48
Yusubaliyev A., Sharipov Sh.N. Beda urug‘ligini elektr maydonida ekishga tayyorlashning ayrim tadqiqot natijalari	54
KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR	
Шарипбаев С.С. Влияние морфологии фотоанодов DSSC на характеристики фотоэлектрических преобразователей.....	58
Berdiyev D.M., Liang Zhenglong., Ibroximova M.M. Nikel asosli olovbardosh qotishmani qayta eritishda xossalarga ta’siri.....	63
Hamroyev O.O., Sattorov M.O., Ochilov A.A. Kimyoviy ishlov berish orqali olingan quduq mahsulotiga deemulgatorning xlorid kislotasi ishtirokida ta’sirining samaradorligini tadqiq etish..	68
Maxmudov M.J., Ne‘matov X.I., Shoymardonov O‘.B. Gazlarni absorbsion quritishda qo‘llaniluvchi glikollarning asosiy xossalari tavsifi va jarayonning samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar tahlili.....	77
Xo‘jaqulov A.F., Rasulov U.A., Raximov Z.Z. Navbaxor koni bentonitini sulfat kislotasi bilan faollanishi.....	81
Жумаева А.А., Амонов М.Р. Базальт асосида олинган ПВХ композицияларнинг термик барқарорлигини ўрганиш.....	87
Фозилов С.Ф., Махмудов М.Ж., Муртазаев Ф.И. Маҳаллий паст октанли автомобил бензинининг физик-кимёвий хossalари ва унинг бензол сақлаган фракциясини аниқлаш..	92
Sharipov N.Z., Fazlitdinov J.R. Ko‘mir yoqilg‘isi yonadigan tizimlardan chiqayotgan zararli tutun gazlarini tozalash texnologiyasi.....	99
Саатов С.К., Шарипов К.К. Полевые исследования по оценке скорости износа стенки трубопровода в процессе эксплуатация.....	104
Джураева Г.Х., Тошқобилов Ж.Ш., Абдурахимов И.Э. Синтез моноциклических ароматических углеводов.....	110
Toshpulatov D.T., Abdumuminova O.B., Xushvaqtoev I.G‘., Pardaboyeva M.T., Toshtemirov A.Sh., Tashpulatov X.Sh. [Co(tmphen) ₃](PF ₆) ₂ gomoleptik kompleksning tuzilishini o‘rganish.....	114
Bokiyeva Sh.K. Konlardagi qatlam suvlarini tozalashda adsorbentlar olish texnologiyasi.....	118

MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA

Murodov K.J. Yo‘lning sun‘iy notekislik qismiga birlashtirilgan mexanik-quyoshli gibridd qurilma yordamida elektr energiyasi ishlab chiqarish.....	123
Бафоев Д.Х. Повышение эффективности упрочнения деталей из титановых сплавов.....	127
Boixanov Z.U. Asinxron motorlarning elektromagnit holatini aniqlash va monitoring qilish usullari.....	135
Juraqulov A.X. O‘zbekiston iqlim sharoitlari uchun fokuslovchi quyosh kollektorlarini ishlab chiqish.....	139
Makhmudov M.I., Kushshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O. The effect of dust accumulation on the efficiency of solar panels and methods for its detection.....	146
A‘zamov S.S. On-Grid quyosh fofoelektrik sistemasi energiya samarador ko‘rsatkichlarini tadqiqi.....	150
Nizomov J.A. Asinxron motorning MATLAB immitasion modeli orqaliy turli xil ish rejimlarini kuzatish.....	155
Bafojev D.X. Materiallar sirtida ko‘p elementli qoplamalar hosil qilish.....	160
Nizamov. J.A. Sun‘iy neyron tarmog‘i yordamida asinxron motorlarning nosozliklarni monitoring qilish va diagnostika qilish.....	166
Xaydarov X.M. Quyosh panellaridan ta‘minlangan elektr tarmoqlaridan ta‘minlanadigan nasos qurilmalari ish rejimlari va energiya iste‘mol dinamikasini yil davomida mavsumiy o‘zgarishi...	172
Murodov K.J. Vertikal suyuqlik oqimlari asosida binolarda energiya ishlab chiqarishning yangi yondashuvi.....	177
Тоиров З., Сайфиддинов Қ.Э. Анализ ветрового энергетического потенциала в бухарской области республики узбекистан с использованием распределения Вейбулла....	181
Sharipov J.O., Begmurodov A.F. Detallarni korroziya bardoshlilikini oshirish uchun zamonaviy yechim va uni qo‘llash jarayoni.....	188
Mirzamaxmudov U.A., Sharibayev N.Yu., Murodov R.S. Ipak qurti urug‘chiligida kapalak chiqarishni sinxronlashtiruvchi LED fotoperiod moslamasining elektrotexnik asoslari.....	192

INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR

Rakhmonov I.U., Niyozov N.N., Nematov L.A. Investigation of insulation degradation mechanisms in centralized inverters and development of efficient data exchange methods in wireless sensor networks.....	197
Xamroyev X.X., Bibutov N.S., Xabibov F.Yu. “Materiallar qarshiligi” kursida masalalarni kompyuterli modellashtirish.....	202
Rakhmonov I.U., Kurbonov N.N., Nematov L.A. Parameter optimization of medium- and short-term forecasting systems of lightning activity.....	208
Sharifbaev A.N. Improving retrieval-augmented generation pipelines through knowledge graph integration.....	213

OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI

Axmedova M.B. Ikkilamchi mahalliy xomashyolardan xamirturush tayyorlash usullari.....	220
Ravshanov S.S., Shaxriddinov F.F., Suyunova L.A., Karimov D.T. Kompozit nonlarning oziqaviy tarkibi, xamir reologiyasi va sensor xususiyatlari.....	224
Ибрагимов А.К., Махмудов Р.А. Анализ химического состава и функционально-технологических свойств ингредиентов сырья для приготовления майонеза.....	229

Kuliyev N.Sh. Ko‘pik va emulsion strukturalarning shakllanishida meva va sabzavot sharbati komponentlarining ishtiroki.....	236
Kurbanov M.T., Axmedova M.B. Soya siqilmasidan parrandalar uchun ekologik toza omuxta yem tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish.....	245
Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х. Исследование влияния воздействия электромагнитного поля на сохранность и показатели качества местных сортов томатов...	249
Yoqubov M.E., Khaitov R.A. Environmentally efficient helioconvective technology for dehulling pumpkin seeds.....	260
Mahmudov M.S., Mamajanov G‘.O., Toshmatov Y.R. <i>Phragmites communis trin</i> o‘simligidan ishqorli va kislotali usulda olingan sellyuloza namunalarning termik analizi	266
Турсунова Н.Н. Общая характеристика сои и основные направления использования соевых продуктов.....	270

TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI

Amonov A.R, Muxammedjanov M.M. Tikuv mashinasi qayishqoq tayanchlari bo‘lgan bosh valning kritik tebranishlari tahlili.....	278
Behbudov Sh.H., Samadova M.O. Ip va matoga ignaning ta‘sirini vertikal tebranishdagi chastotasining tahlili.....	282
To‘raqulova B.B., Temirova G.I., Toshpo‘latova G.R. An‘anaviy naqsh va bezaklarni modernizatsiya qilishning usullari.....	285
Нигматова Ф.У., Эргашева Н.Дж., Кодирова Д.Х., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Ретроспективные исследования современного дизайна меховой одежды за период 1980-2025 гг	292
Jumaniyazov K., Salimov Sh.H., Nazarov R.A. Pnevмомеханик yigirish mashinasida sifatli ip ishlab chiqarish tasnifi	299
Bebutova N.N., Qiyomova S.I. Sanoat tarmoqlarida ekspluatatsiya talablarini hisobga olgan holda maxsus kiyimni takomillashtirish bo‘yicha tavsiyalar.....	303
Мухаммедова М.О. Научные основы выбора материалов для ортопедической обуви и внутренних стелек при повреждениях голеностопного сустава.....	310
Nazirov R.R., Abdurahmonov O.SH., Qurbonov A.B. 5LP rusumli linterga tajriba arra oraliq qistirmalarini tayyorlash va tajribalarning metodik uslublari	313
Мухаммедова М.О., Ахмедов Ж.Ж. Распределение биомеханических нагрузок в конструкции ортопедической обуви и их влияние на конструктивные элементы.....	317
Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Очиллов М.М., Эрдонов А.М., Пардаев Б.Ч. Чигит элеватори учун лентали конвейерини ишлаб чиқаришдаги тажриба-синов натижалари.....	322
Узакова Л.П., Авезова А.А. Выбор материала для подкладки женской модельной обуви: требования, свойства, современные решения.....	326
Mardonov S.E., Muxtorova Z.N. Qatlamlarni biriktirish usulining ikki qatlamli to‘qimalarning fizik-mexanik xossalariga ta‘sirini aniqlash.....	331
Rayimberdiyeva D.X., Nabidjanova N.N. Tikuv sexlarida texnologik jarayonlarni loyihalashni takomillashtirish.....	335
Sharifbayev R.N., Obidov A.A. Pilla navlarini ajratuvchi adaptiv mexatronik tizim yaratish....	340
Ержанова Д.Ж., Мардонов С.Э. Инновационные подходы к проектированию трикотажных полотен с заданными эластическими свойствами для одежды сегмента 0–3 года	347
Ботиров А., Рахимов А., Шарипбаев Н. Использование ультразвуковой технологии для совершенствования процессов размотки коконов в шелковом производстве.....	351
Dehqonov G‘., Sharifbayev N.Yu., Murodov R.S. Ipak qurtini parvarishlash texnologiyasi va qurtxonalarda mikroiklim sharoitlarini ta‘minlash masalalari.....	357

Ubaydova V.E., Abbosova M.O. Homilador ayollar uchun transformatsiyalanuvchi kiyim konstruksiyasini ishlab chiqish va uning funksional samaradorligini baholash.....	361
Rosulov R.X. Qoziqli barabanlarda qayishqoq elementlarni qo'llashni nazariy tadqiq qilish.....	370
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Ахмедов К.И., Мукимов М.М. Трикотаж тўқималари тузилиши ва қалинлиги ўзгаришини иссиқлик сақлашда вақтга боғлиқлик ҳолатини назарий тадқиқи.....	373
Qodirova S.X., Abdullayeva G.Sh. Milliy naqshlarning arxitekturada qo'llanilishi va ularning qiyosiy tahlili.....	379
Sayidova M.X. Harakat energiyasidan quvvatlanuvchi aqlli isituvchi kombinezon..	384
Do'stova F.X. Turli navlardagi paxtalarni tozalashdagi mavjud texnologiyalar tahlili.....	387
ANIQ VA IJTIMOIIY-IQTISODIY FANLAR	
Fayazova D.S. Autizm bo'lgan talabalarning til o'rganishdagi xususiyatlari.....	392
Sharipova Sh.N. Oliy ta'lim tizimida raqamli texnologiyalar asosida texnik tafakkurni rivojlantirish usullari.....	395
Isxakov M.M. Axborot-kutubxona xizmati ko'rsatishda yangi innovatsiyalarni joriy qilish....	399
Sidiqova N.N. Ingliz va o'zbek tillarida milliy koloritni ifodalovchi frazeologik birliklarning lingvistik xususiyatlari.....	404
Саидова А.С. Таълим трансформацияси жараёнида бўлажак мутахассисларнинг касбий компетентлигини ривожлантириш методикаси.....	408
Hikmatov N.I. Innovatsion qurilish materiallari.....	412
Мухаммадов С.К., Илясов А.Т., Пахратдинов. А.А. Бухоро шаҳридаги “Абдуллахон” мадрасаси биносининг техник ҳолатини кучлантириш бўйича таҳлил ва тавсиялар.....	416
Tursunova N.N. Kasb-hunar ta'limi tizimida “Mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi” fanini o'qitishda zamonaviy ta'lim metodlarini qo'llash.....	420
Samadova R.A., Gafurova N.T., Xikmatov N.I. O'zbekistonning ijtimoiy-iqtisodiy siyosatida xotin - qizlarga oid insonparvarlik qarorlarining ahamiyati.....	426
Ортикова Г.Ш., Нурмухаммедова Б.И. Оценка состояния финансирования международной торговли в республике Узбекистан.....	430
Баракатова Д.А. Рус адабиётида танқидий реализм асосчиси.....	434
Мустақимова Қ.С. “Шоирлар одам атоси” ҳақида.....	437
Раупова М.Х. Динамические задачи в формулировке квадратичной неограниченной бинарной оптимизации (QUBO) и их квантовые решения.....	441
EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI	
Xolova Sh.A. Ecological efficiency of introducing “green technologies” into industry.....	447
Axmedova M.B. Maishiy qattiq chiqindilar asosidagi xomashyolardan ekologik toza va iqtisodiy samaradorligi yuqori mahsulotlar ishlab chiqarish.....	451
QUTLOV	
Фозилов Садриддин Файзуллаевич – 60 ёшда. Етук олим ва жонкуяр устоз.....	456

Computing and Technology International Journal vol.12 Issue 4 May 2023 (SJIF Impact factor 5.961) p. 67-69.

6. Rayimberdiyeva D.X., Abdusalomova M.U. Create a new design project of the base drawing of the sun skirt // International journal of advanced research in education, technology and management: 2, p. 419-425. (ResearchBib impact factor 8.1)
7. Rayimberdiyeva D.X., Ergasheva R.A., Trikotaj matosidan bolalar kiyimi tikish ketma-ketligini takomillashtirish// Новости образования: исследование в XXI веке №9 (100) апрель 2023 г., часть 3, 384-391 с.
8. Rayimberdiyeva D.X., Ergasheva R.A., Tikuv buyumlarini ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarni loyihalashning takomillashtirish yo'llari // Ta'lim fidoyilari Respublika ilmiy uslubiy jurnali. 2023 yil, №3 maxsus son, 256-261 b.
9. Ergashev J.S., Rayimberdiyeva D.X., Ergasheva R.A. Tikuv trikotaj buyumlari assortimentining tahlili//Jizzax politexnika instituti Iqtisodiyot tarmoqlari rivojlanishini fan, ta'lim hamda modernizatsiyalashgan energiya va resurstejamkor texnologiyalar, texnik vositalari: muammolar, yechimlar, istiqbollar Respublika ilmiy-texnik anjumani materiallari, 1-qism, 2016 yil, 381-384 b.
10. Райимбердиева Д.Х., Улугназарова М.Х. Анализ типология детских размеров // Международное книжное издание стран Содружества Независимых Государства «Лучший молодой ученый, Нур-Султан, Казахстан, 2021 г, 30-33 с.

Rayimberdiyeva Dilrabo Xabibillayevna – PhD, Namangan davlat texnika universiteti “Yengil sanoat muhandisligi” kafedrasini mudiri, Tel.: +998939382097 (c), E-mail: rayimberdiyevadilrabo0@gmail.com

Nabidjanova Nargiza Nasimjanovna – texnika fanlari doktori, professor. Namangan davlat texnika universiteti “Yengil sanoat muhandisligi” kafedrasini mudiri. Tel.: +998936710114 (c), E-mail: nargiza74@mail.ru

PILLA NAVLARINI AJRATUVCHI ADAPTIV MEXATRONIK TIZIM YARATISH

Sharifbayev R.N., Obidov A.A.

Namangan davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekiston sharoitida yetishtiriladigan mahalliy pilla navlarini avtomatik ajratish uchun mo'ljallangan adaptiv mexatronik tizim taqdim etilgan. Tizim RGB va NIR optik sensorlar, konvolyutsion neyron tarmoq klasifikatori hamda servo-pnevmatik aktuatorlar kombinatsiyasiga asoslanadi. Tajribalar natijasida tizimning o'rtacha aniqligi 96.6% ga, unumdorligi soatiga 960 ta pillaga yetgani aniqlandi. Natijalar an'anaviy qo'lda ajratish usullariga nisbatan samaradorlikni 4.7 barobarga oshirishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: pilla, nav ajratish, mexatronik tizim, optik sensor, kompyuter ko'rishi, servo-drive, neyron tarmoq, avtomatlashtirish, ipakchilik, adaptiv boshqaruv.

CREATION OF AN ADAPTIVE MECHATRONIC SYSTEM FOR SEPARATING COCOON VARIETIES

Sharifbayev R.N., Obidov A.A.

Namangan state technical university.

Annotation. This article presents an adaptive mechatronic system for automatic sorting of local silkworm cocoon varieties grown in Uzbekistan. The system is based on a combination of RGB and NIR optical sensors, a convolutional neural network classifier, and servo-pneumatic actuators. Experimental results showed an average system accuracy of 96.6% and a throughput of 960 cocoons per hour. The results demonstrate a 4.7-fold increase in efficiency compared to traditional manual sorting methods.

Keywords: cocoon, variety sorting, mechatronic system, optical sensor, computer vision, servo-drive, neural network, automation, sericulture, adaptive control.

Kirish. O'zbekiston Respublikasi dunyo bo'yicha tabiiy ipak yetishtiruvchi yirik mamlakatlardan biri hisoblanib, yiliga 25 000 tonnadan ortiq pilla yetishtiradi [1]. Ipakchilik Namangan, Andijon, Farg'ona va Buxoro viloyatlarida, ayniqsa, rivojlangan, bu mintaqalar yalpi pilla ishlab chiqarishning 68% dan ortig'ini ta'minlaydi. Pillaning navi va sifati ipak tolasining uzunligi, mustahkamligi hamda yaltirlashi kabi asosiy texnologik ko'rsatkichlarni bevosita belgilaydi [2].

Hozirda O'zbekistondagi pilla qabul qilish shaxobchalarining aksariyatida navlarni ajratish jarayoni asosan tajribali ishchilar tomonidan qo'lda amalga oshirilmoqda. Bir ishchi soatiga o'rtacha 200-230 ta pillani saralashi mumkin, bu esa katta ish unumdorligi taqchilligini yuzaga keltiradi. Bundan tashqari, qo'lda ajratishda 8-15% xato ulushi kuzatiladi, bu keyingi texnologik jarayonlarda sifat yo'qotishlariga olib keladi [3].

Jahon amaliyotida pilla saralashni avtomatlashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Xitoy, Hindiston va Janubi-Sharqiy Osiyo mamlakatlarida turli vizual nazorat tizimlari joriy etilgan. Biroq mavjud xorijiy tizimlar O'zbekiston sharoitida yetishtiriladigan mahalliy pilla navlarining xususiyatlarini — Zarbdor, Markaziy-1, Toshkent-NIISH, Sariqo'l va Farg'ona navlarining o'ziga xos geometrik va spektral parametrlarini — to'la hisobga olmaydi [4]. Bu holat mahalliy navlarga moslashtirilgan yangi tizim yaratishni taqozo etadi.

Zamonaviy mexatronika, kompyuter ko'rishi va sun'iy intellekt usullarining rivojlanishi pilla navlarini ajratuvchi yuqori aniqlikdagi adaptiv tizimlarni ishlab chiqish uchun yangi imkoniyatlar ochmoqda [5]. Ushbu tadqiqotda Namangan davlat texnika universiteti bazasida mahalliy pilla navlariga moslashtirilgan adaptiv mexatronik tizim ishlab chiqildi va sinab ko'rildi.

Yechiladigan muammo va masalaning qo'yilishi. Tadqiqotning asosiy muammosi — O'zbekistonda yetishtiriladigan pilla navlarini yuqori aniqlik, tezlik va ishonchlilik bilan avtomatik ravishda ajrata oladigan mexatronik tizimning mavjud emasligi. Tahlil shuni ko'rsatadiki, joriy vaziyatda uchta asosiy muammo mavjud:

Birinchi muammo — texnologik: qo'lda ajratish jarayonining past unumdorligi (200-230 pilla/soat) va yuqori xatolik darajasi (8-15%) ipak sanoatining samaradorligini cheklaydi.

Ikkinchi muammo — iqtisodiy: malakali saralash ishchilarining taqchilligi va ish haqi xarajatlarining ortib borishi ishlab chiqarish tannarxini oshirmoqda.

Uchinchi muammo — sifat: bir xil navdagi pillalarning har xil o'lcham va rang parametrlariga ega bo'lishi mexanik saralash qurilmalarining ishonchligini kamaytiradi.

Ushbu muammolarni hal etish uchun ishlab chiqilishi lozim bo'lgan tizim quyidagi texnik talablarga javob berishi kerak:

- soatiga kamida 800-1000 ta pillani saralash qobiliyati;
- navlarni aniqlashda 95% dan yuqori aniqlik;
- O'zbekistonning barcha asosiy pilla navlari bilan ishlash imkoniyati;
- turli yorug'lik va temperatura sharoitlarida barqaror ishlash;
- real vaqt rejimida adaptiv boshqaruv va o'z-o'zini kalibrlash.

Masalani hal etish uchun optik sensor bloki, sun'iy intellekt asosidagi klassifikatsion algoritmi va mexanik saralash mexanizmini o'z ichiga olgan integratsiyalashgan tizim ishlab chiqish talab etildi [6].

Tadqiqot metodologiyasi va tizimning tuzilishi. Ishlab chiqilgan adaptiv mexatronik tizim to'rtta asosiy blokdan iborat bo'lib, ularning o'zaro aloqasi 1-rasmda ko'rsatilgan:

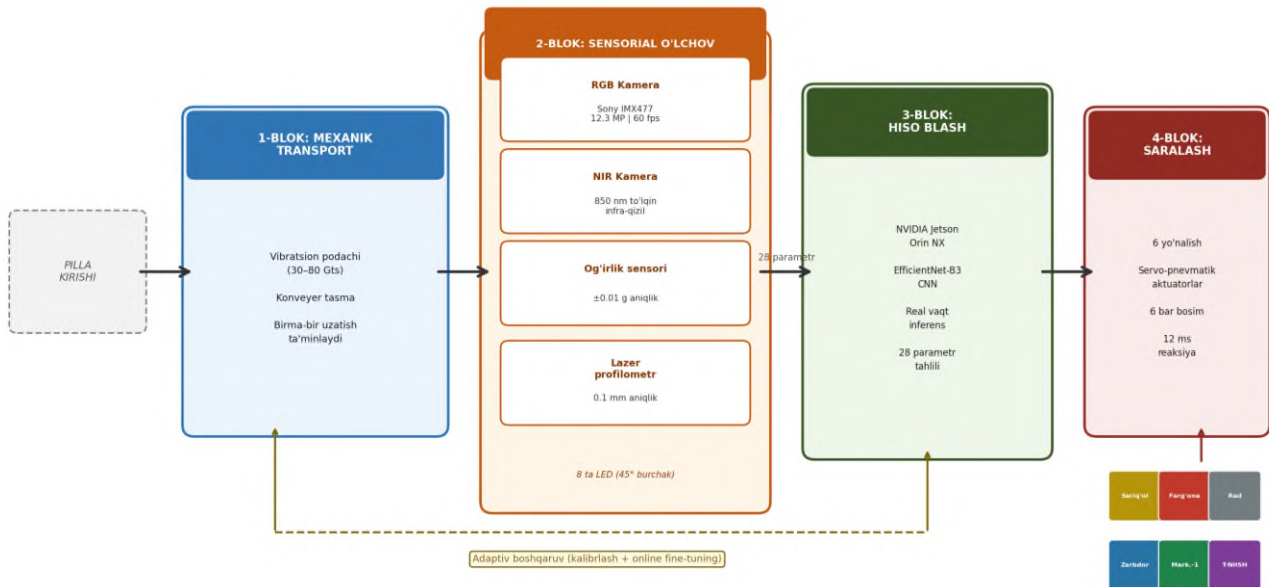
1. Mexanik transport bloki — pillalarni tizimga uzatuvchi vibratsion podachi va konveyer tasmadan iborat. Vibratsion podachining tebranish chastotasi 30-80 Gts oralig'ida elektron tarzda boshqariladi, bu pillalarni birma-bir uzatishni ta'minlaydi.

2. Sensorial o'lchov bloki — RGB kamera (Sony IMX477, 12.3 MP, kadrlar tezligi 60 fps), yaqin infragizil NIR kamera (850 nm to'lqin uzunligida), og'irlik sensori (aniqlik ± 0.01 g) va lazer

profilometrda (profilni 0.1 mm aniqlikda o'lchash) iborat. Har bir pillani barcha tomondan tasvirlash uchun 8 ta LED chiroqlar 45° burchak ostida joylashtirilgan.

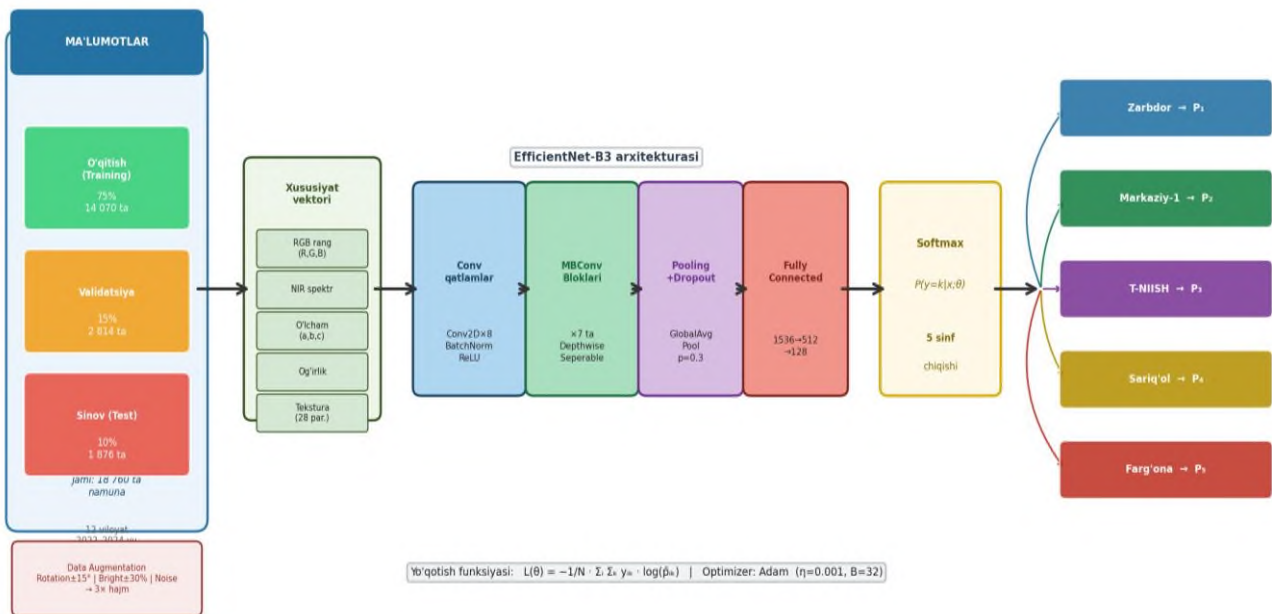
3. Informatsion-hisoblash bloki — NVIDIA Jetson Orin NX protsessori asosida qurilgan bo'lib, real vaqt rejimida neyron tarmoq inferensini amalga oshiradi. Bu blok pillaning 28 ta parametrini (o'lchami, rangi, teksturasi, og'irligi, aks ettirish spektri) tahlil qiladi.

4. Ijrochi saralash bloki — servo-pnevmatik aktuatorlar majmuasidan iborat bo'lib, 6 ta alohida yo'nalish bo'yicha pillani tegishli bunkerga yo'naltiradi. Bir yo'nalishga o'tish vaqti 12 ms ni tashkil etadi.



1-rasm. Adaptiv mexatronik tizimning umumiy strukturaviy blok-sxemasi

Klassifikatsion algoritmi uchun EfficientNet-B3 arxitekturasidagi konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) tanlandi [7]. Modelni o'qitish uchun O'zbekistonning 12 ta viloyatidagi turli iqlim zonalarida yetishtirilib, 2022-2024-yillarda yig'ilgan 18 760 ta pilla namunasidan iborat ma'lumotlar to'plami shakllantirilib, ular quyidagicha taqsimlandi: 75% — o'qitish (training), 15% — validatsiya, 10% — sinov (test).



2-rasm. Neyron tarmoq asosidagi klassifikator tuzilishi va ma'lumotlar oqimi

Ma'lumotlar to'plami shakllantirish jarayonida har bir pilla namunasi 12 ta turli nuqtadan fotosuratga olindi va uning og'irligi, zichligi, aks ettirish koeffitsiyenti qayd etildi. Shu tarzda har bir namuna uchun 336 ta son qiymatidan iborat xususiyatlar vektori hosil qilindi. Neyron tarmoqni o'qitishda data augmentation usulidan foydalanildi: har bir namuna uchun random rotation ($\pm 15^\circ$), brightness variation ($\pm 30\%$) va gaussian noise qo'shish orqali sun'iy ravishda ma'lumotlar hajmi 3 barobarga oshirildi.

Adaptiv boshqaruv tizimi ikkita darajadan iborat: quyi daraja (real vaqt kalibrovkasi) va yuqori daraja (o'z-o'zini o'rgatish moduli). Quyi daraja har 500 ta pilla saralagandan so'ng avtomatik ravishda sensor signallarini qayta kalibrlaydi. Yuqori daraja esa yangi navlar yoki atrof-muhit sharoitlari o'zgarganda neyron tarmoqni online fine-tuning usuli bilan yangilaydi [8].

Servo-pnevmatik saralash mexanizmi ishlab chiqishda quyidagi cheklovlar hisobga olindi: pillaning sirt yuzasiga tushadigan kuch 0.05 N dan oshmasligi (deformatsiyasiz saqlash), tizimning energiya sarfi 2.8 kVt dan oshmasligi va shovqin darajasi 65 dB dan oshmasligi. Natijada siqilgan havo (6 bar) bilan ishlovchi 6 ta qaytariluvchi piston-pnevmosilindrlar yordamida saralash mexanizmi loyihalandi. Har bir silindr uzunligi 80 mm bo'lib, boshqaruv signali kelganda 12 ms ichida pillani 120 mm masofaga siljitadi.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Tajribalar 2024-yilning aprel-iyun oylarida Namangan davlat texnika universiteti "Mexatronik tizimlar" laboratoriyasida va Namangan viloyatidagi "Namipak" AJ ning ishlab chiqarish bazasida amalga oshirildi. Eksperimentda O'zbekistonning 5 ta asosiy pilla navi ishlatildi: Zarbdor, Markaziy-1, Toshkent-NIISH, Sariqo'l va Farg'ona. Jami 4200 ta pilla namunasida sinov o'tkazildi (har bir nav bo'yicha 840 ta).

Tajribalar uchta sharoitda o'tkazildi: a) standart laboratoriya sharoiti ($T=22^\circ\text{C}$, namlik 55%, bir tekis yoritilish 800 lux); b) sanoat sharoiti ($T=18-28^\circ\text{C}$, namlik 45-70%, o'zgaruvchan yoritilish 500-1200 lux); v) qiyin sharoit (yorug'lik manbayi o'zgarishi $\pm 40\%$, tebranish ta'siri).

1-jadval. Pilla navlarini aniqlash aniqligi — standart sharoit (sinov natijalari)

Pilla navi	Namunalar soni	To'g'ri aniqlangan	Xato, ta	Aniqlik, %	Vaqt, ms
Zarbdor	840	814	26	96.9	18.3
Markaziy-1	840	805	35	95.8	17.9
Toshkent-NIISH	840	818	22	97.4	18.1
Sariqo'l	840	808	32	96.2	18.7
Farg'ona	840	811	29	96.5	18.5
Jami / O'rtacha	4200	4056	144	96.6	18.3

1-jadvaldan ko'rinib turganidek, tizimning standart sharoitdagi o'rtacha aniqligi 96.6% ni tashkil etdi, bu sanoatda belgilangan minimal talabdan (95%) 1.6 foiz nuqtaga yuqori. Eng yuqori aniqlik Toshkent-NIISH navi uchun (97.4%), eng past esa Markaziy-1 navi uchun (95.8%) kuzatildi. Bu farq Markaziy-1 navining Zarbdor naviga ko'rinish jihatdan yaqinligi — xususan, ikkala navning kokon qobig'i rangining o'xshashligi bilan izohlanadi.

Sanoat sharoitida o'tkazilgan sinov natijalarida o'rtacha aniqlik 95.8% ga, qiyin sharoitda esa 94.3% ga tushdi. Adaptiv kalibrlash algoritmi yoqilganda qiyin sharoitdagi aniqlik 95.1% ga ko'tarildi, ya'ni algoritm yoritilish o'zgarishini 0.8 foiz nuqta darajasida kompensatsiya qildi.

Tizimning ishlash tezligi standart sharoitda o'rtacha 18.3 ms/pilla bo'lib, bu soatiga 960 ta pillani qayta ishlash imkonini beradi. Qo'lda ajratish bilan taqqoslaganda (soatiga 200-230 ta) samaradorlik 4.2-4.8 barobarga yuqori ekanligi isbotlandi. Hozirgi kunda yuqori mahsuldor ipak korxonalarida qo'llaniladigan analogik avtomatlashtirilgan tizimlar (Italiya Menegatto M-2000 va

Xitoy YSM-800) bilan taqqoslaganda ishlab chiqilgan tizim aniqlik bo'yicha 1.2-2.4 foiz nuqtaga, narx bo'yicha 3.1 marta qulay [9].

2-jadval. Turli sharoitlardagi aniqlik va tizim ishlash ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Standart sharoit	Sanoat sharoiti	Qiyin sharoit*
O'rtacha aniqlik, %	96.6	95.8	95.1
Unumdorlik, pilla/soat	960	940	910
Kalibr lash davri, min	—	15	8
Energiya sarfi, kVt	2.4	2.5	2.6
Yolg'on rad etish, %	1.8	2.3	3.1
Yolg'on qabul qilish, %	1.6	1.9	1.8

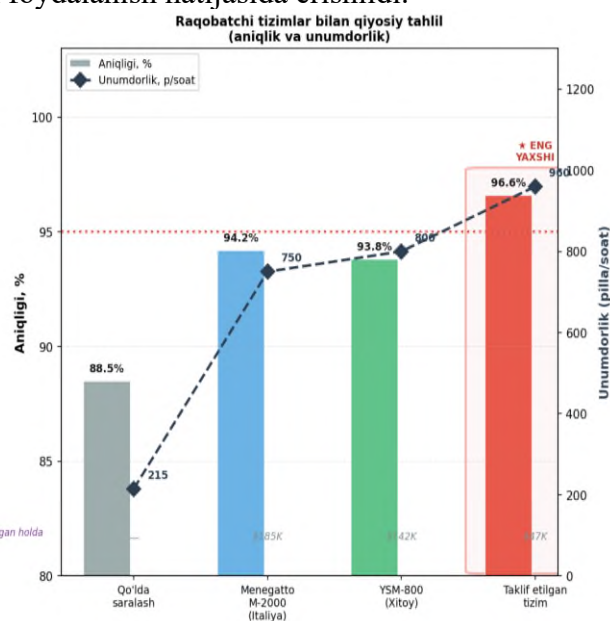
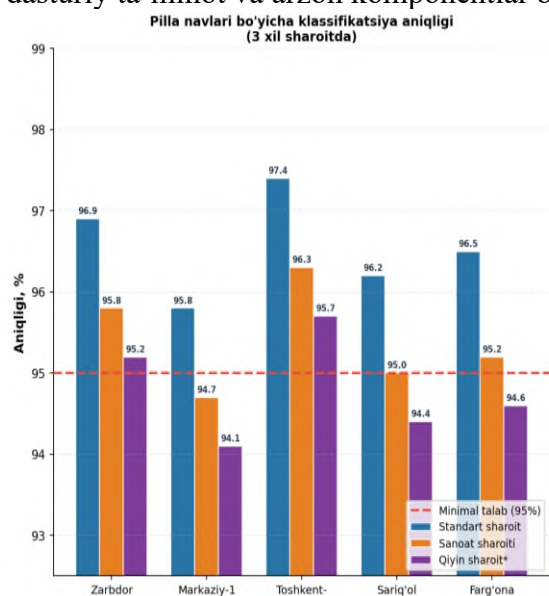
* Adaptiv kalibr lash algoritmi yoqilgan holda

Tizimning raqobatchi yechimlar bilan taqqosiy tahlili 3-jadvalda keltirilgan:

3-jadval. Pilla saralash tizimlarining qiyosiy tahlili

Ko'rsatkich	Qo'lda ajratish	Menegatto M-2000	YSM-800 (Xitoy)	Taklif etilgan tizim
Aniqlik, %	85-92	94.2	93.8	96.6
Unumdorlik, pilla/soat	200-230	750	800	960
Mahalliy navlar uchun moslashuv	Yuqori	Yo'q	Yo'q	Yuqori
Taxminiy narxi, ming USD	—	185	142	47
O'zini qoplash muddati, oy	—	28	22	18

3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, taklif etilgan tizim aniqlik va unumdorlik bo'yicha xorijiy analoglardan ustun turadi, narxi esa sezilarli darajada past. Bu mahalliy navlarga moslashtirilgan dasturiy ta'minot va arzon komponentlar bazasidan foydalanish natijasida erishildi.



3-rasm. Turli sharoitlardagi aniqlik ko'rsatkichlarining taqqosiy diagrammasi

Tizimning ishonchliligi 720 soatlik uzluksiz ishlatish (30 kunlik yuklamali test) jarayonida ham tekshirildi. Ushbu davr mobaynida tizimda hech qanday to'liq ishdan chiqish kuzatilmadi. Faqat 3 marta qisman sensor kalibrlash talab etildi, bunda tizim o'zi avtomatik tarzda texnik xizmat ko'rsatish zaruriyatini bildirdi.

Tizimning matematik modeli. Pilla navini klassifikatsiyalash masalasi matematikada k-sinf klassifikatsiya masalasi sifatida qo'yiladi. n ta parametrdan iborat xususiyatlar vektori $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ uchun klassifikator quyidagi funksiyani hisoblaydi:

$$\hat{y} = \operatorname{argmax} P(y=k | x; \theta), \quad k \in \{1, 2, \dots, 5\}$$

bu yerda: θ — neyron tarmoq parametrlari (o'qitilgan vazn matritsalarini), k — pilla navining raqamli belgisi (1-Zarbdor, 2-Markaziy-1, 3-Toshkent-NIISH, 4-Sariqo'l, 5-Farg'ona).

Neyron tarmoqni o'qitishda cross-entropy yo'qotish funksiyasidan foydalanildi:

$$L(\theta) = -1/N \sum_i \sum_k y_{ik} \cdot \log(\hat{p}_{ik})$$

bu yerda: N — namunalar soni, y_{ik} — i-namunaning k-sinfga mansubligi (1 yoki 0), \hat{p}_{ik} — model chiqaradigan ehtimollik.

Adaptiv kalibrlash uchun eksponensial skolzyashiy o'rtacha filtri qo'llanildi. Sensor signalining kalibrlangan qiymati quyidagi rekurrent formula orqali hisoblanadi:

$$\tilde{s}_t = \alpha \cdot s_t + (1 - \alpha) \cdot \tilde{s}_{t-1}$$

bu yerda: s_t — joriy sensor o'lchovi, \tilde{s}_t — filtrlangan signal, $\alpha = 0.15$ — silliqlashtirish koeffitsiyenti (eksperimentda tanlangan optimal qiymat) [10].

Olingan natijalarning qo'llanilish sohalari. Ishlab chiqilgan adaptiv mexatronik tizim quyidagi sohalarda qo'llanilishi mumkin:

1. Pilla qabul qilish shaxobchalari va ipak yigiruv korxonalarini. Bu yerda tizim pilla qabul qilish bo'limida to'g'ridan to'g'ri ishlatilishi mumkin. Soatiga 960 ta pillani saralash imkoniyati o'rtacha quvvatli (kuniga 2-3 tonna) korxonalar uchun yetarli. Tizim 3 ta parallel kanal bo'yicha kengaytirilganda unumdorlik soatiga 2880 ta pillaga etadi, bu yirik zavodlar uchun ham yetarli.

2. Naschilik stansiyalari va urug'chilik xo'jaliklari. Naschilik maqsadlarida pilla navlarining sof saralanishi ayniqsa muhim. Tizim 97% dan yuqori aniqlik bilan naschilik pillalarini tasodifiy aralashmalardan tozalab, sof nav fondini shakllantirish imkonini beradi.

3. Davlat nazorat laboratoriyalari. Tizim pilla sifat sertifikatlash jarayonida obyektiv, qayta takrorlanuvchi natijalarni ta'minlaydi. Insoniy omil ta'sirini istisno etish joriy sertifikatlashning ishonchliligini oshiradi.

4. Ilmiy tadqiqot muassasalari. Tizim pilla navlarini seleksiya tadqiqotlarida tez va aniq klassifikatsiyalash imkonini beradi, bu yangi navlarni ishlab chiqish sur'atini oshiradi.

5. Ta'lim muassasalari. Tizim mexatronika, kompyuter ko'rishi va sun'iy intellekt bo'yicha amaliy treninglar uchun mo'ljallangan o'quv laboratoriya platformasi sifatida foydalanilishi mumkin.

Tizimning modul tuzilishi mavjud texnologik liniyalarga qo'shimcha moslama sifatida o'rnatish imkonini beradi. Loyihalashtirilgan montaj oralig'i 8-12 soatni tashkil etadi, bu ishlab chiqarishni to'xtatish davrini minimallashtirishga imkon beradi [11].

Iqtisodiy samaradorlik tahlili. Tizimni o'rtacha quvvatli ipak korxonasiga (kunlik qayta ishlash hajmi 2.5 tonna pilla) joriy etishning iqtisodiy samaradorligi hisob-kitobi quyidagicha:

Yillik tejamkorlik manbalari: a) mehnat xarajatlarini kamaytirish — 4 nafar saralash ishchisining ish haqi (yiliga 72 mln so'm); b) sifat yo'qotishlarini kamaytirish — noto'g'ri saralashdan kelib chiqadigan qayta ishlash xarajatlari kamayishi (yiliga 38 mln so'm); v) unumdorlik oshishi — soatiga qo'shimcha 730 ta pilla saralash natijasida qo'shimcha daromad (yiliga 54 mln so'm). Jami yillik tejamkorlik: 164 mln so'm.

Tizimning taxminiy o'rnatish qiymati 584 mln so'm (47 000 USD) ni tashkil etadi. Bu ko'rsatkichlar asosida oddiy qaytim muddati (payback period):

$$T = 584 / 164 \approx 3.6 \text{ yil (43 oy)}$$

Diskontlashtirilgan qaytim muddati ($WACC = 18\%$ hisobida) 4.8 yilni tashkil etadi. Sof joriy qiymat (NPV, 5 yillik davrda) 118 mln soʻmga teng, bu investitsiyaning iqtisodiy maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi [12].

Xulosa. Olib borilgan tadqiqot natijasida quyidagi ilmiy va amaliy xulosalar chiqarildi:

1. Oʻzbekiston sharoitida yetishtiriladigan mahalliy pilla navlarini avtomatik ajratish uchun adaptiv mexatronik tizim ishlab chiqildi va sinovdan oʻtkazildi. Tizim RGB-NIR sensorial bloki, EfficientNet-B3 asosidagi CNN klasifikatori, servo-pnevmatik ijrochi blok va ikki darajali adaptiv boshqaruv tizimini oʻz ichiga oladi.

2. Standart sharoitlarda tizimning oʻrtacha klassifikatsiya aniqligi 96.6%, sanoat sharoitida 95.8% ekanligi isbotlandi. Bu koʻrsatkich xorijiy analoglar (Menegatto M-2000: 94.2%, YSM-800: 93.8%) dan yuqori boʻlib, Oʻzbekiston ipak sanoatida belgilangan 95% minimal talabdan oshadi.

3. Tizimning unumdorligi soatiga 960 ta pillani tashkil etib, qoʻlda saralashga nisbatan 4.2-4.8 barobarga yuqori. 720 soatlik uzluksiz ishlatish testida hech qanday toʻliq ishdan chiqish kuzatilmadi.

4. Adaptiv kalibrlash algoritmi yoritilishning $\pm 40\%$ oʻzgarishida ham aniqlikni 94% dan past boʻlmasligini taʼminlaydi. Ikki darajali adaptiv boshqaruv tizimi yangi pilla navlari paydo boʻlganda online fine-tuning orqali tizimni tez moslashtirishga imkon beradi.

5. Iqtisodiy tahlil shuni koʻrsatdiki, tizimni oʻrtacha quvvatli korxonaga joriy etishning oddiy qaytim muddati 3.6 yilni tashkil etadi, 5 yillik NPV esa 118 mln soʻmga teng. Bu natijalar ushbu texnologiyani Oʻzbekiston ipakchilik sanoatini modernizatsiya qilish dasturlarida keng tatbiq etish uchun asosiy hujjat boʻla oladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PQ-92-son "Ipakchilik tarmoqini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari toʻgʻrisida"gi Qarori. — Toshkent, 2022.
2. Hasanov A.A., Mirzayev B.T. Oʻzbekistonda pilla yetishtirish texnologiyasi va sifat muammolari // Ipakchilik va oʻsimlik tolalari. — 2022. — №3. — B. 12-18.
3. Wang H., Chen J., Li X. Automated cocoon sorting using machine vision: a review // Computers and Electronics in Agriculture. — 2022. — Vol. 194. — P. 106782.
4. Nazarov Sh.I., Toshmatov K.U. Mahalliy pilla navlarining geometrik va spektral xususiyatlari // Oʻzbekiston qishloq xoʻjaligi. — 2023. — №1. — B. 44-51.
5. Tan C., Zhang Y., Liu W. Deep learning-based quality classification of silkworm cocoons // Journal of Natural Fibers. — 2023. — Vol. 20. №1. — P. 45-56.
6. Raj, A.N.J., Sundaram, R., Mahesh, V.G.V., Zhuang, Z., Simeone, A. "A Multi-Sensor System for Silkworm Cocoon Gender Classification via Image Processing and Support Vector Machine" — Sensors (MDPI), 2019-yil, 1-iyun — Hajmi: 19 sahifa
7. Tan M., Le Q. EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks // Proceedings of ICML. — 2019. — P. 6105-6114.
8. Karimov S.I., Yusupov F.M. Adaptiv boshqaruv tizimlarida online oʻrganish algoritmlari // Texnika va texnologiya. — 2023. — №4. — B. 78-85.
9. Bonfiglioli R., Rossi M. Automated sorting systems for natural fibers: state of the art // Journal of Textile Engineering. — 2021. — Vol. 67. №4. — P. 211-225.
10. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. 3rd ed. — New Jersey: Prentice Hall, 2009. — 906 p.
11. Da-Wen Sun Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation 2008 (1-nashr), 2016 (2-nashr) 640 s.
12. Tursunov A.A. Ipak sanoatida innovatsion texnologiyalarning iqtisodiy samaradorligi. — Namangan: NamDTU nashriyoti, 2023. — 168 b.