

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/30.09.2023.T.66.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

DEDAXANOV AKRAMJON OLTMISHBOYEVICH

**PAXTA XOMASHYOSINI QURITISH JARAYONIDA QURITISH
BARABANIDA TEMPERATURANI NAZORAT QILISHNING SCADA
TIZIMINI YARATISH**

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences**

Dedaxanov Akramjon Oltmishboyevich

Пахта хомашыосини қуритиш jarayonida қуритиш барабанida
temperaturani nazorat qilishning SCADA tizimini yaratish 3

Дедаханов Акрамжон Олтмишбоевич

Создание SCADA-системы контроля температуры в сушильном
барабане в процессе сушки хлопкового сырья..... 23

Dedakhanov Akramjon

Creating a SCADA system of temperature control in the drying drum
during the drying process of cotton raw materials 43

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 47

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/30.09.2023.T.66.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

DEDAXANOV AKRAMJON OLTMISHBOYEVICH

**PAXTA XOMASHYOSINI QURITISH JARAYONIDA QURITISH
BARABANIDA TEMPERATURANI NAZORAT QILISHNING SCADA
TIZIMINI YARATISH**

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalari vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.4.PhD/T4214 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Namangan davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.namdtu.uz) va «Ziyonet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Murodov Rustam Murodovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Sharibayev Nosir Yusupjanovich
fizika-matematika fanlari doktori, professor
Yuldashev Kozimjon Komiljonovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Jizzax politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi PhD.03/30.09.2023.T.66.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil "27" sentyabr soat 12:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi 7 uy. Tel: (99869) 228-76-68 Faks: (99869) 228-76-75; e-mail: info@namdtu.uz, Namangan davlat texnika universiteti 6-binosi, 1-qavat, kichik majlislar zali.

Dissertatsiya bilan Namangan davlat texnika universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (61-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi 7 uy. Tel: (99869) 228-76-68 Faks: (99869) 228-76-75.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil "10" sentyabr kuni tarqatildi.
(2025 yil "4" iyuldagi 37/3-raqamli reestr bayonnomasi).

A.M.Maxkamov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
raisi, t.f.d., dotsent

Sh.A.Mahsudov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
Ilmiy kotibi, t.f.f.d., dotsent

U.J.Yeshbayeva

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi
o'rinbosari, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda paxtani terish, joylashtirish, saqlash, tashish, og‘ir aralashmalardan ajratish, quritish, mayda va yirik iflosliklardan tozalash jarayonlarida paxta xomashyosi sifat ko‘rsatkichlariga salbiy ta‘sir omillarini aniqlash va ularni bartaraf etish, xususan, paxtani pnevmotransport tizimida tashish va uni og‘ir aralashmalardan ajratish hamda iflosliklardan tozalash jarayonlaridan avval quritish tizimida avtomatlashtirish qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. Dunyo miqyosida tayyor mahsulotning sifati va miqdor ko‘rsatkichlarining ortishida bu jarayonlar ham muhim rol o‘ynaydi. Shunday ekan, paxta mahsulotlarini tabiiy va sifat ko‘rsatkichlarini saqlash hamda ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish imkoniyatini beradigan texnologiyalarni, xususan paxtani quritish jarayonining samaradorligi yuqori bo‘lgan resurstejamkor konstruksiyalarni yaratish va amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan konstruksiya parametrlarini optimallashtirish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda paxta xomashyosini tabiiy ko‘rsatkichlarini saqlagan holda quritish texnologiyalari va texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, paxtaga dastlabki ishlov berish texnologiyasida paxta xomashyosini quritish hamda uni qayta ishlashni samarali tashkil qilish, energiya-resurs tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanadi. Shu bilan birga, muammolarni bartaraf qiluvchi texnikaviy yechimlarni ishlab chiqish, barcha texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va ularni samaradorligini oshirishga alohida e‘tibor berilmoqda.

Respublikamizda yetishtirilayotgan paxta xomashyosidan sifati yuqori bo‘lgan tolani hamda past tan narxga ega bo‘lgan keng assortimentdagi to‘qimachilik va yengil sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish, ularni jahon bozoriga chiqarish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022-2026 – yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi maqsadida ko‘rsatilgan “Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta‘minlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirishga qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 1,4 baravarga oshirish”¹ bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarini amalga oshirishda, jumladan, paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonida, xususan paxtani quritish texnologik jarayonini takomillashtirish konstruksiyasini yaratish va parametrlarini asoslash muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947 sonli Farmoni, “Paxtachilik tarmog‘ini boshqarish tizimini tubdan takomillashtirish chora – tadbirlari to‘g‘risida”gi 2017 yil 28 noyabrdagi PQ-3408 son qarorlari, Vazirlar mahkamasining 2018 yil 31 martdagi 253-sonli “Paxta-to‘qimachilik ishlab chiqarish klasterlari faoliyatini tashkil etish bo‘yicha qo‘shimcha chora tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.

me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Tadqiqot respublika fan va texnologiyalarni rivojlanishining VI. «Texnologik jarayonlarni kompleks mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish», «Keng qamrovli dastgoxlar, uskuna va mashinalar ishlab chiqarish, moslashuvchan tizimlarni hamda guruhli, modulli va zamonaviy progressiv texnologik jarayonlarni joriy etish» ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoni o'rganilganlik darajasi. Paxta tozalash sanoati mashina va agregatlari, jumladan, quritish barabanlari ishini takomillashtirish va tadqiq etish bilan horijda ko'p yillik tadqiqotlar olib borgan taniqli olim va mutaxassislar: G.V.Bannikov, N.M.Mixaylov, G.L.Gamburg, A.I.Kulagin shug'illangan. Paxta xomashyosiga ishlov berishdan avval barabanli quritgichlarda ko'p karrali quritishda temperatura rejimini tanlash bo'yicha tadqiqotlar A.X. Kayumov tomonidan o'tkazilgan. Bundan tashqari quyosh issiqlik energiyasidan foydalanib tola va urug'larning tabiiy xususiyatlarini saqlagan holda quritish bo'yicha tadqiqotlar N.M. Safarovni tomonidan o'tkazilgan. Paxta tozalash sanoati quritish jarayonlarida ishlatiluvchi texnologik mashinalar dinamikasi nazariy-uslubiy asoslarini rivojlantirish bo'yicha A.P.Parpiyev, A.Z.Mamatov, R.M.Kattaxodjeyev, U.Arifov kabi taniqli olimlar rahbarligida olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlar o'tkazilgan.

Mamlakatimizda paxta xomashyosini quritish jihozlarini takomillashtirish bo'yicha fundamental, amaliy masalalarini metodologik asoslarini yaratishda bo'yicha tadqiqotlar M.A.Xadjinova, G.I.Miroshnichenko, P.N.Tyutin, A.P.Parpiyev, A.Z.Mamatov, U.A.Arifov, R.M.Kattaxodjeyev va U.T.Matmusayev M.Tillayev, M.Axmatov, A.Ye.Lugachev, B.M.Mardonov va boshqalar tomonida bajarilgan.

Yuqori navli paxta xomashyosini tabiiy sifat ko'rsatkichlarini saqlab, quritish va tozalashni maxsus yangi zamonaviy kam energiya talab qiladigan quritish uskunalarni avtomatlashtirish bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha o'tkazilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya ishi davlat ilmiy-texnik dasturi doirasida Namangan davlat texnika universitetida olib borilayotgan ilmiy-tadqiqotlar rejasi bilan o'zaro uzviy bog'langan hamda O'zbekiston Respublikasi Innovasion Rivojlanish Vazirligi amaliy tadqiqotlar davlat ilmiy-texnika dasturlari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi: Paxta xomashyosini quritish uchun quritish barabanidagi temperaturani nazorat qilish uchun Scada tizimini ishlab chiqish va mahsulot sifatiga ijobiy natija berishini asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari: Paxta xomashyosini quritish jarayonida Scada tizimini qo'llash orqali tolalarning tabiiy xususiyatlarni saqlab qolish imkonini beruvchi, energiyatejamkor texnologiyani ishlab-chiqishdan iborat bo'lib, maqsadga erishish uchun quyidagi masalalarni tadqiq qilish ko'zda tutilgan:

quritish barabanida paxta xomashyosini quritish texnologik jarayonidagi yuqori haroratni mahsulot sifat ko'rsatkichlari bo'yicha tahlil qilish;

muqaddam bajarilgan ilmiy tadqiqot ishlaridagi paxta xomashyosini quritish qurilmalarining zamonaviy holati va paxta xomashyolarni quritishda ularni ahamiyatining taxlili;

paxta xomashyosini Scada tizimi bilan jihozlangan quritish texnologik jarayoninig matematik modelini ishlab chiqish;

Matlab dasturidan foydalanib quritish barabani texnologik parametrlarini boshqarishning imitasion modelini ishlab chiqish;

PID-regulyator koeffitsientlarini sozlash orqali tizimning vaqt xarakteristikasini olishni amalga oshirish;

SCADA tizimining asosiy interfeysini ishlab chiqish va dasturiy ta'minotlar yordamida tizimni boshqarish;

Tadqiqot predmeti. Paxta xomashyolarini quritish uchun ishlatiladigan quritish barabanlari temperaturasini nazorat qilishni avtomatlashtirish.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida matematikaviy hisoblash qoidalari, nazariy mexanika qonuniyatlari, statistik tahlil usullari, eksperimentlarni matematik rejalashtirish usullari hamda mavjud me'yoriy hujjatlarda belgilangan usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

quritish barabaniga kirib kelayotgan paxta xomashyosining namligini avtomatik aniqlab, shu qiymatlarga mos quritish agregatidan chiqayotgan issiq havo haroratini tanlash uchun ma'lumotlar bazasi yaratilgan;

paxta xomashyosini namlik qiymatlari asosida quritish agregati harorat parametrlarini rostlash imkonini beruvchi me'yordan yuqori namlik uchun avtomatlashtirilgan Scada tizimli qo'shimcha havo so'rish tizimi yaratilgan.

quritish barabani ishchi kamerasiga kirib kelayotgan paxta xomashyosini quritishda namlik darajasining ma'lumotlar bazasi asosida haroratni to'g'ri tanlash orqali tolalarning tabiiy xususiyatlarni saqlab qolish imkonini beruvchi energiyatejamkor quritish texnologiyasi yaratilgan;

issiqlik ishlab chiqaruvchi agregatlardan kelayotgan issiq havoni qurutish barabanining ishchi zonasi bo'ylab bir xilda taqsimlanishi uchun quritish barabani texnologik parametrlarini boshqarishning imitatsion modeli ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

paxta xomashyosini Scada tizimi bilan jihozlangan quritish qurilmasini qo'llash orqali tolalarning tabiiy xususiyatlarni saqlab qolish imkonini beruvchi energiyatejamkor quritish texnologiyasi va qurilmasining konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

paxta xomashyosini Scada tizimi bilan jihozlangan quritish qurilmasi paxtani dastlabki ishlash korxonalarida qo'llash paxta chigiti va tolasining sifati bo'yicha mavjud muammolarni bartaraf qilish imkonini yaratgan. Hamda energiya va resurs sarfi kamayishi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Olingan natijalarning ishonchliligi nazariy va tajribaviy izlanishlar natijalarining mutanosibli, tavsiya etilgan yangi avtomatlashtirilgan tizimni ishlab chiqarish sinovlarida olingan natijalar ko'rsatkichlari bilan statistik tahlillarni solishtirish bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati tizimda paxta xomashyolarni quritish jarayonida tolalarning tabiiy xususiyatlarini saqlab qolish hamda energiyatejamkor, ekologik toza quritish jihozini konstruksiyasi ishlab chiqilgan va unda quritish jarayonini amalga oshirish mumkinligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati. Scada bilan jihozlangan tizim energiyatejamkor quritish jihozini konstruksiyasini ishlab chiqish va dastlabki tajribalar o'tkazilganligi va ularni tahliliy natijalari olinganligi, matematik modellarga asoslangan xolda tajriba natijalarini qayta ishlash va mazkur qurilmani paxta xomashyosini dastlabki ishlash korxonalarida qo'llash natijasida ulardagi chigit va tolalar sifati bo'yicha mavjud muammolarni bartaraf qilinganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

Paxta xomashyosini avtomatlashtirilgan quritish qurilmasini qo'llash orqali ni olib borilgan tadqiqotlar bo'yicha olingan natijalar asosida:

Paxta xomashyosini Scada tizimi orqali quritish qurilmasiga dastlabki talablar tasdiqlangan ("O'zto'qimachilik sanoati" uyushmasi tomonidan 24.10.2024-yildagi № 03/25 – 2863-raqam bilan ro'yxatga olingan ma'lumotnomasi). Natijada tolalarning tabiiy xususiyatlarini saqlab qolish imkonini beruvchi energiyatejamkor quritish qurilmasi ishlab chiqish imkoniyati yaratilgan.

Scada tizimi bilan jihozlangan quritish qurilmasi Namangan viloyati "Namangan To'qimachi cluster" MCHJ ga qarashli "To'raqo'rg'on paxta tozalash" korxonasida joriy etilgan ("O'zto'qimachilik sanoati" uyushmasi tomonidan 24.10.2024-yildagi № 03/25 – 2863-raqam bilan ro'yxatga olingan ma'lumotnomasi). Natijada tolalarning tabiiyligini saqlab qolish imkonini 20-30% ga yaxshilangan, hamda tabiiy gaz sarfi 3 barobargacha kamayishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarini aprotatsiya qilish. Dissertatsiya ishining asosiy natijalari 7 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarini nashr etish. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 24 ta ilmiy ishlar chop etilgan. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 7 ta maqola chop etilgan. Bundan tashqari xorijiy ilmiy-amaliy konferensiyalarida 7 ta, O'zbekiston Respublikasi ilmiy-amaliy konferensiyalarida 5 ta maqolalar chop ettirilgan, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi tomonidan 5 ta dasturiy guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 119 betni tashkil qiladi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning **kirish** qismida mavzuning dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, maqsadi va vazifalari, shuningdek, tadqiqot obyekti va predmeti shakllantirilgan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning muhim yo'nalishlariga mosligi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalar bayon etilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy

ahamiyati yoritilgan hamda amaliyotga joriy qilish, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Paxta xomashyosini quritish barabanlari va unda olib borilgan ilmiy tadqiqotlarning adabiyotlar tahlili ishning maqsad va vazifasi”** deb nomlangan birinchi bobida ilmiy-tadqiqot ishi bo'yicha mavjud adabiyotlar tahlili keltirilgan. Bunda bugungi kunda paxta tozalash korxonalarida paxta xomashyosini quritish jarayonining qonuniyatlarini va jarayonga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlash, paxta va uning komponentlarining quritish ob'ekti sifatidagi fizik-mexanik, kimyoviy, gigroskopik va boshqa xususiyatlarini aniqlash hamda quritish jarayonini turli usullar va qurilmalar yordamida jadallashtirish bilan bog'liq masalalarni yechish borasida anchagina ishlar bajarilgan. Lekin bu ishlarning ko'pchiligi amalda noqulayligi sababli laboratoriya tekshiruvlari doirasida qolib ketgan va sanoatda qo'llanilmagan.

Paxta xomashyosining yuqori haroratga chidamliligi, ya'ni uning issiqlik ta'sirida o'zining mexanik-tuzilma va biologik xususiyatlarini saqlay olish qobiliyatini tushinish kerak. Issiqlikka chidamlilik me'yori bo'lib shunday xarorat xisoblanadiki, unda tolaning ustki qatlami asta-sekin yomonlashishi xamda tola va chigitning fizik, biologik va kimyoviy xossalari uzgara boshlaydi. Shunga ko'ra paxta xomashyosini isitishning ruxsat etiladigan maksimal xarorati uning ayrim komponentlarining yuqori haroratga chidamliligi bilan belgilanadi.

Paxta tozalash korxonalarida ishlab chiqarilayotgan tola sifati, undagi nuqsonli aralashmalar miqdori ta'sir etuvchi asosiy omillar – tola va chigit namligi va temperaturasi hisoblansada, ularni texnologik jarayonlar – tozalash va jinlashda optimal qiymatlarini aniqlash bo'yicha amalga oshirilgan ishlar yetarli emasligini ko'rsatdi.

Hozirgi kunda korxonalarda ishlayotgan zamonaviy quritish barabanlarining asosiy kamchiligi haroratni ko'tarilib ketishi bo'lib, uning oqibatida mahsulot sifatining buzilish sabablarini ilmiy asoslandi, olib borilgan tahlillar va ilmiy izlanishlar natijasida bizgacha tavsiya quritish qurilmalarining asosiy kamchiliklari quritish agentidan chiqayotgan haroratni boshqaruv jarayoni mavjud emasligi aniqlandi, tahlil qilingan ilmiy ishlar asosida paxta xomashyosini quritishdagi kamchiliklar dissertatsiya ishida bajariladigan vazifalarni belgilab olindi;

Dissertatsiyaning **“Texnologik ob'ektlarni boshqarish masalalarida intellektual texnologiyalarni qo'llash imkoniyatlari”** deb nomlangan ikkinchi bobida barabanli quritgichning o'lchamlarini, elektr-energiya sarfini, paxta xom ashyosini quritish uchun kerak bo'ladigan issiq havo miqdorini aniqlash maqsadida barabanli quritgichlarning issiqlik hisobi amalga oshiriladi.

Barabanli quritgichni issiqlik hisobini hisoblashni ikki hil usuli mavjud birinchisi analitik ya'ni quritgichni issiqlik va namlik balansini o'rganish asosida, ikkinchisi grafoanalitik usul orqali – ya'ni I-d diagramma yordamida. Barabanli quritgichlarni ishchi kameralariga tushgan nam paxta xom ashyosi qarshi oqimli va to'g'ri oqimli issiq havo bilan uchrashishi natijasida ortiqcha namligi ajratilib, ishlangan havo bilan chiqarib yuboriladi va bu jarayon uzuluksiz ravishda davom etadi.

Avtomatik rostlash ma'lum bir vaqt ichida texnologik jarayonning ma'lum bir holatini kerakli aniqlik bilan ta'minlashga yoki ushbu jarayonning borishini oldindan

belgilangan qonunga muvofiq, jarayonning muayyan sharoitlariga qarab oldindan belgilashga imkon beradigan usullar va vositalar to'plamini o'z ichiga olgan avtomatlashtirish sohasidir.

Ushbu turdagi tartibga solishdan foydalangan holda tizimlar o'tgan asrning oxirida keng amaliy qo'llanila boshlandi, ammo hozirgi vaqtda ularning takomillashtirilgan prototiplari metallurgiya, neft va gaz, mashinasozlik, energetika kabi turli sohalarda harorat, daraja, bosim va iste'molni tartibga solish uchun qo'llaniladi.

Regulyator – yopiq siklda ishlaydigan va har qanday parametrni barqarorlashtirish uchun mo'ljallangan avtomatik boshqaruv moslamasidir [68]. Sozlash parametr turiga ko'ra ularni regulyatorlar, bosim, daraja, harorat, quvvat, kuchlanish va boshqalarga bo'lish mumkin.

Avtomatik regulyator – bu uning chiqish qiymatini tartibga solish uchun boshqariladigan ob'ektga ulangan qurilmalar to'plami. Ob'ektning chiqishiga chiqish qiymatini boshqaruvchi o'lchov elementi va ob'ektning tartibga solinadigan organiga – ijro etuvchi element qo'shiladi, agar ob'ektning sozlanishi parametri belgilangan qiymatdan chetga chiqsa, regulyator unga kiritilgan qonunga muvofiq, og'ishni kamaytirish uchun tartibga solinadigan organga boshqaruv ta'sirini shakllantiradi.

Tartibga solish jarayonining sifatini baholash barqaror rostlash ish sifatini tahlil qilishning asosiy tarkibiy qismidir, shuning uchun turli xil tartibga solish usullari uchun quyidagi ko'rsatkichlar qo'llaniladi:

1. $y_{og'}$ barqaror og'ish bu o'zgaruvchan qiymatning qiymati sifatida tushuniladi y o'tish jarayoni boshlanganidan keyin o'zboshimchalik bilan katta vaqt o'tgandan keyin, ya'ni $y_{og'} = \lim_{t \rightarrow \infty}(y)$, bu yerda y qiymati barqaror rejimda tizimning aniqligini tavsiflaydi.

2. Tartibga solish vaqti t_n (o'tish davri vaqti), shundan so'ng shart ta'minlanmaydi: $|y(t) - y_{og'}| \leq \Delta$ bu erda Δ - belgilangan tartibga solish aniqligi, lekin t_n qiymati tizimning tezligini aniqlaydi.

3. Maksimal haddan tashqari oshirib yuborish:

$$\sigma = \frac{y_{max} - y_{og'}}{y_{og'}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Bu yerda y_{max} – sozlanishi mumkin bo'lgan qiymatning maksimal og'ishi. Σ qiymati o'tish jarayonida tizimning aniqligini tavsiflaydi va odatda 40% dan oshmasligi kerak.

4. δ haddan tashqari oshirib yuborish soni, ya'ni o'tish davrida $y(t)$ funktsiyasining maksimal soni, qiymati $y_{og'} + \Delta$ dan katta. Odatda $\delta = 1 \div 2$ maqbul deb hisoblanadi, ammo ba'zi hollarda tebranishga umuman yo'l qo'yilmaydi.

Rostlash kanallarining har biri uchun uzatish funksiyalari kechikishli aperiodik zvenolar ko'rinishda ifodalanadi:

$$W_{ij}(p) = \frac{K_{ij}}{T_{ij} \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_{ij}p} \quad (2)$$

bu yerda i - kirishning tartib raqami, j – chiqishning tartib raqami.

Asosiy boshqarish signali sifatida haroratni boshqarish nazarda tutilsa, namlikni boshqarishni xalaqitni boshqarish deb qarash mumkin. Shu nuqtai nazardan quritish

Bu yerda ob`ektning uzatish funksiyasi ikki o`lchamli bo`lib rostlanuvchi kattaliklar sifatida berilayotgan issiqlik agenti harorati, va chiqishdagi namlik qiymatlari olingan. Imitasion modellashtirish natijasidan ko`rinib turibdiki, tipik boshqarish qonuniyatlaridan foydalanilganda rostlagichlar boshqariluvchi kattaliklarning yaxshi sifatli stabilligini ta`minlaydi. Bu holda o`tkinchi jarayon vaqti ob`ektning kechikishlik xususiyati orqali aniqlanadi. Rostlagichlar parametrlarini sozlash Matlab dasturida keltirilgan *Optimizatsion* bloki orqali aniqlangan.

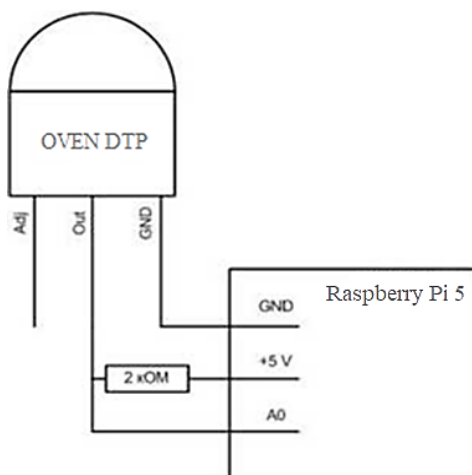
Taklif etilgan uslubiyat asosida ishlab chiqilgan boshqarish ob`ektining matematik modelini real jarayonga adekvatligini tadqiq qilish uchun quritish barabanini boshqarish tizimining imitasion modeli ishlab chiqildi.

Quritish jarayonidagi yana bir eng muhim parametrlardan biri bo`lgan namlik qiymatini texnologik reglamentga mos ravishda avtomatik ushlab turishni ta`minlovchi tizimda namlikning xatoligini minimallashtiruvchi funksionaldan foydalanish mumkin:

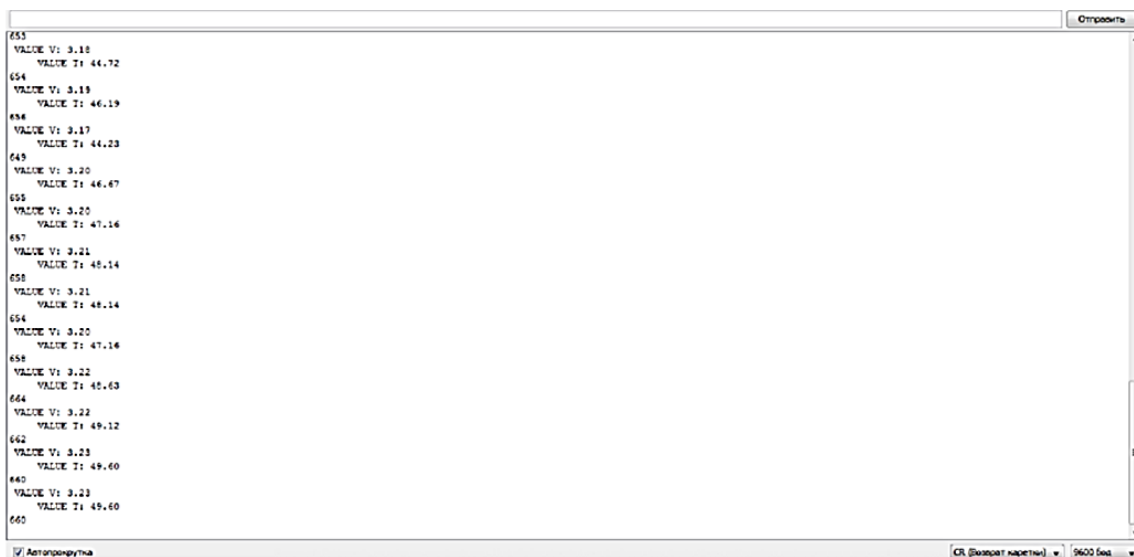
$$I = \frac{1}{T} \int_0^T (W_1 - W_2) \cdot G_2 dt \rightarrow \min (6)$$

Bu yerda W_1 va W_2 – quritish barabaning kirish va chiqishidagi paxta xom ashyosining namligi; G_2 – quritilayotgan paxta hajmi; T – quritish vaqti.

Dissertatsiyaning **“Paxta xomashyosining namligi. Paxtani quritish jarayonida quritish barabanidagi temperaturani nazorat qilishning scada tizimini elementlari. Temperaturani nazorat qilishning scada tizimining uzatish funksiyasini aniqlash. Scada tizimini roslash qonunini tanlash”** deb nomlangan uchinchi bobda 2SB-10 quritish agentiga kirayotgan issiqlik oqimini roslash tizimida zarur bo`lgan tartibga solish qonunini aniqlash uchun boshqaruv ob`ektining uzatish funksiyasini (PF) aniqlash kerak. Jarayonning vaqtinchalik xususiyatlarini olish uchun tajriba o`tkazildi, chizmasi 2-rasmda keltirilgan. C++ dasturlash tilidagi eksperimentda SMART SG5547 elektromagnit klapan tabiiy gazni gorelkaga uzatishi yordamida isitish amalga oshirildi, Raspberry Pi5 palatasi ulangan kompyuterning ketma-ket port monitoriga (3-rasm) keladigan 70 soniya davomida OVEN DTP analogli datchigi orqali harorat ko`rsatkichlari qayd etildi va Real vaqtda kuzatilishi mumkin.



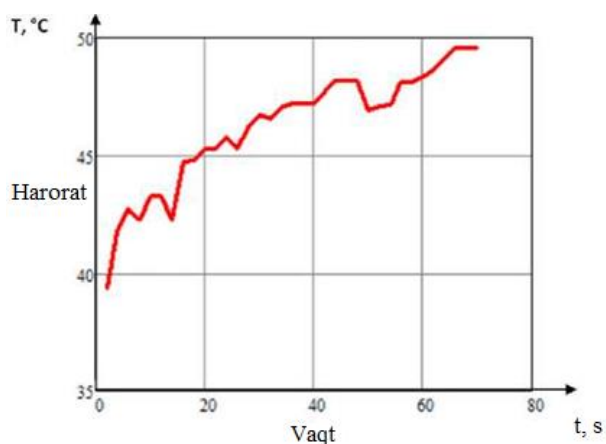
2-rasm. OVEN DTP datchigini va uning mikrokontrollerga ulnish chizmasi



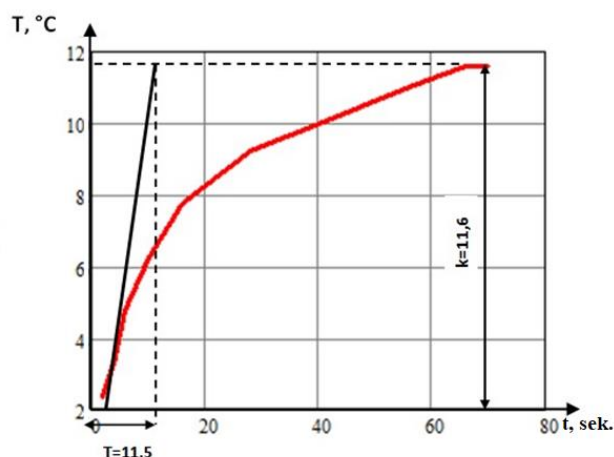
3-rasm. Raspberry Pi5 platasining ketma-ket port monitori

Mathcad matematik paketidagi harorat sensori o'qishlari asosida 4-rasmda ko'rsatilgan o'tish davri grafigi tuzilgan. Grafika asosida biz o'tish jarayoni birinchi darajali aperiodik aloqaga mos keladi, ammo shovqin bor degan xulosaga kelishimiz mumkin, shuning uchun o'rnatilgan ma'lumotlarni yaqinlashtirish funksiyasi yordamida ideal o'tish davri grafigi olingan (5-rasm), uning yordamida boshqarish ob'ektining uzatish funksiyasi aniqlandi. Shu bilan birga, o'tish davri xarakteristikasi noldan boshlanishi uchun biz tajribaning dastlabki shartlarini belgilaymiz: Tajribani boshlashdagi harorat 38°C.

Doimiy ishlaydigan quritish agenti bilan haroratning barqaror qiymati 120°C ni tashkil qiladi, harorat 50°C ga yetadigan o'tish jarayonining boshlanishi 4-rasmda keltirilgan, chunki o'rnatishning texnik xususiyatlari tufayli o'bektni boshqarish (OB) parametrlarini chegara darajasiga ko'tarish mumkin emas, keyin OB modelini aniqlashda ushbu parametrlarni hisobga olish va ularning asosida tizimning uzatish funksiyasini aniqlash kerak.



4-rasm. Tajriba grafigi.



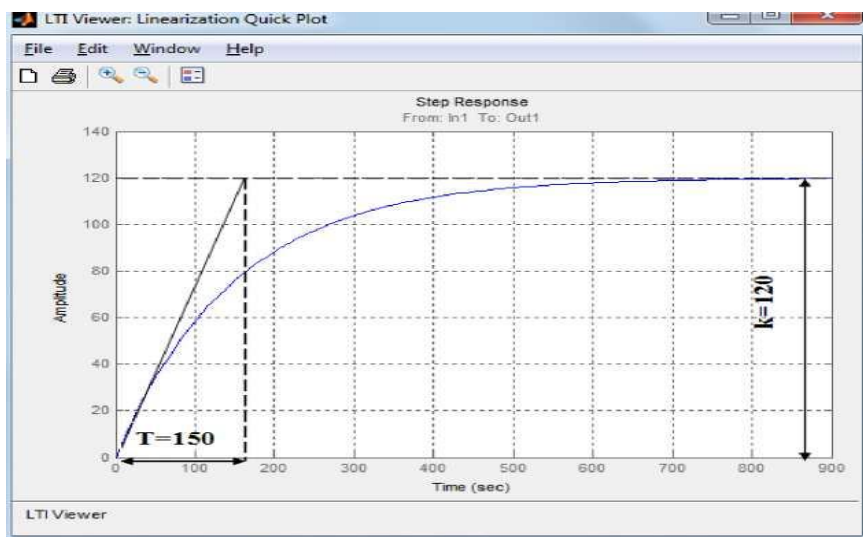
5-rasm. Tajribaning o'tish davri grafigi.

Birinchi tartibli i bo`g`inning uzatish funksiyasi quyidagi ko`rinishga ega:

$$W(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1}$$

O'tish jarayoni grafigiga ko'ra, u k ning kuchautirish ko'effitsiyenti va t ning doimiy integratsiyalashuvi asosida aniqlanadi, bu esa bo'g'inning inertsiyasini tavsiflaydi.

MATLAB dasturiy ta'minot to'plamida tizimning o'tish xarakteristikasi qurilgan bo'lib, uning asosida $W(s) = \frac{120}{150 \cdot s + 1}$ tizimining uzatish funktsiyasi olinadi va uning ishonchliligi tekshiriladi (6-rasm).



6-rasm. MATLAB dasturiy ta'minot paketidagi haroratni o'tish davri grafigi.

Haroratni isitish elementini yoqish, o'chirish funktsiyasi bilan to'ldiriladi va ikki tomonlama tartibga solish yordamida butun tizim va mikroprotsessor o'rtasidagi kuchlanish kompensatsiyasi amalga oshiriladi. O'rganilayotgan tizim o'lchangan qiymatlarni barqarorlashtirish uchun kirish signalini filtrlash va PID rostdashni dasturiy ravishda amalga oshiradi.

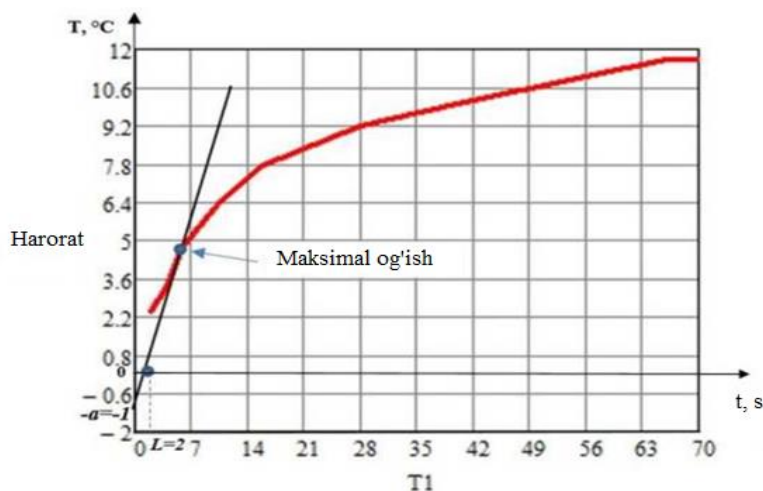
Tizimning ishlashini o'rganish jarayonida va tartibga solish qonunlarining xususiyatlarini tahlil qilish asosida PID-tartibga solish qonuni tanlandi, chunki u yukning katta, ammo silliq o'zgarishi bilan ko'proq tartibga solish aniqligini ta'minlashi mumkin. P-regulyator PID-tartibga solish qonuni fonida muhim kamchilikka ega-umuman tizim sifatiga ta'sir qiladigan sozlanishi parametrning qoldiq og'ishi.

P-regulyator uzoq vaqt tartibga solishga ega, bu bunday tizimlar uchun qabul qilinishi mumkin emas.

PID sozlamasi – Ushbu tizim bitta sezgir elementga ega va har bir regulyatorga bitta kirish signalini qayta ishlaydi, shuning uchun u bitta kontaktlarning zanglashiga olib keladigan tartibga solish tizimidir. Bunday tizimlarda regulyatorlarni sozlash parametrlarining o'nlab usullari qo'llaniladi. K_p regulyatorining uzatish ko'effitsientini hisoblash, T_i ning doimiy integratsiyasi, t_d ning doimiy differentsiatsiyasi to'g'ridan-to'g'ri regulyatorni sozlashdir.

Zigler-Nikols Usuli. PID regulyatorini sozlash uchun bir nechta usullardan foydalanilgan, ulardan biri Ziegler-Nikols usuli bo'lib, u 7-rasmda ko'rsatilgan a va L bo'lgan ob'ektning birlik sakrashiga javob parametrlarini topishga asoslangan. Ushbu

parametrlar asosida turli xil tartibga solish qonunlarining koeffitsientlari hisoblab chiqiladi, ularni hisoblash formulalari 2-jadvalda keltirilgan.



7-rasm. Ob'ektning birlik sakrashga javob parametrlari bilan uning a va L o'tish xarakteristikasi

Zigler-Nikols usuli bo'yicha PID regulyatori uchun sozlamalarni hisoblash:

$$k_p = \frac{1,2}{a} = \frac{1,2}{1} = 1,2$$

$$k_i = \frac{0,9 \cdot L}{k_p} = \frac{0,9 \cdot 2}{1,2} = 1,5$$

$$k_d = \frac{0,5 \cdot L}{k_p} = \frac{0,5 \cdot 2}{1,2} = 0,83$$

Topilgan tartibga solish parametrlari uchun tizim sifatini baholash uchun MATLAB dasturiy ta'minot to'plami tizimning blok diagrammasini modellashtiradi (8-rasm), uning asosida PID-tartibga solinadigan tizimning o'tish xarakteristikasi olinadi (9-rasm), unga ko'ra haroratning sifatining asosiy ko'rsatkichlari aniqlanadi.

2-jadval

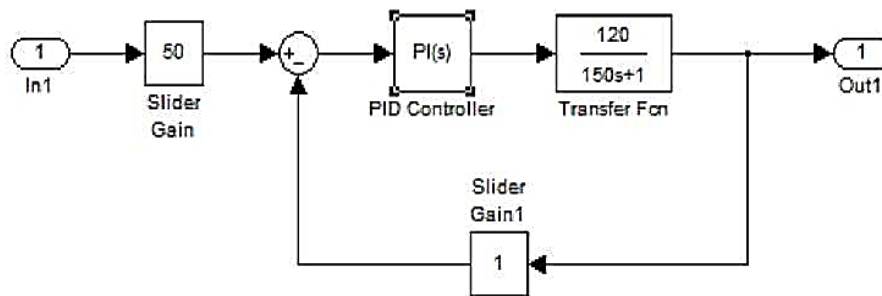
Regulyator koeffitsientlarini Zigler-Nikols usuli bilan sakrashga javob berish uchun hisoblash formulalari

Rostlash	k_p	T_u	T_v
P	$1/a$	-	-
PI	$0,9/a$	$3 \cdot L/k_p$	-
PID	$1,2/a$	$0,9 \cdot L/k_p$	$0,5 \cdot L/k_p$

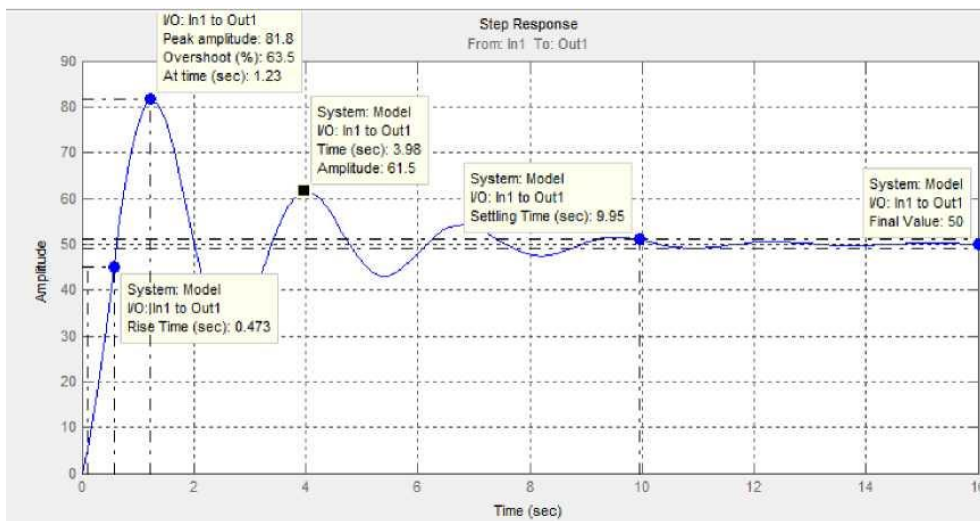
PID-regulyator parametrlarini Zigler-Nikols usuli bilan sozlash bilan tizimning o'tish xususiyatlarini tahlil qilish jarayonida MATLAB paketidagi o'tish davri grafigi asosida tizim sifatining quyidagi ko'rsatkichlari olingan (9-rasm):

- belgilangan 50-da belgilangan $y_{og} = 50$ og'ish;

- tartibga solish vaqti $t_n=9,95$;
- maksimal qayta rostlash $\sigma=63,5\%$;
- qayta rostlashlar soni $\delta=3$;
- sozlanishi mumkin bo'lgan miqdorning maksimal qiymati $y_{max}=81,8$.



8-rasm. Quritish barabanidagi boshqarilayotgan haroratning chizmasi



9-rasm. Siegler-Nikols usulida PID-regulyator koeffitsientlarini sozlash orqali tizimning o'tish xarakteristikasi

Ushbu tahlil Zigler-Nikols usuli bilan olingan regulyator sozlamalari o'tish jarayonining tabiatiga quyidagicha ta'sir qiladi degan xulosaga kelishimizga imkon beradi: tizimdagi tebranishlar sekin susayadi, haddan tashqari oshirib yuborish ruxsat etilgan me'yorlardan oshib ketadi, bu umuman tizimning aniqligini pasaytiradi, ammo bu natijalar usulning o'zi faqat ikkita parametrga asoslanganligi bilan oqlanadi tizimlar.

CHR usuli – CHR regulyatorini sozlashning o'rganilayotgan ikkinchi usulining sifat mezonini (Chien, Hrones, Reswick) haddan tashqari oshirib yuborilmasa yoki 20 foizdan ko'p bo'lmagan haddan tashqari oshirib yuborilmasa, maksimal o'sish tezligi mezonidir, bu usul avvalgisiga qaraganda ko'proq barqarorlik zaxirasini olishga imkon beradi.

CHR usuli regulyator parametrlarining ikki xil tizimini beradi. Ulardan biri belgilangan nuqtaning o'zgarishiga javobni kuzatish orqali olinadi (3 – jadval), ikkinchisi-tashqi buzilishlarga javobni kuzatish paytida. Parametrlar tizimini tanlash ishlab chiquvchi ma'lum bir texnologik jarayon uchun qo'yadigan ustuvorliklarga

bog'liq: belgilangan nuqtani o'zgartirganda yoki tashqi ta'sirlarni yumshatganda tartibga solish sifati.

Ko'rib chiqilayotgan usul Zigler-Nikols usuli bilan bir xil a va L parametrlaridan foydalanadi, ammo formulalarda kichikroq mutanosiblik koeffitsientlariga ega. Belgilangan nuqtani o'zgartirganda tartibga solish sifati o'rganilayotgan tizim uchun ustuvor omil bo'lganligi sababli, regulyatorni sozlash koeffitsientlarini qidirish 20 foiz haddan tashqari oshirib yuborish sharti bilan regulyator parametrlarining birinchi tizimi bilan cheklangan.

3-jadval

Sozlamani o'zgartirishga javob berish uchun CHR usuli bilan regulyator koeffitsientlarini hisoblash formulalari

Rostlash	Oshirib yubormasdan			20 foiz oshirib yuborish bilan		
	k_p	T_u	T_v	k_p	T_u	T_v
P	$0,3/a$	-	-	$0,7/a$	-	-
PI	$0,35/a$	$1,2 \cdot L/k_p$	-	$0,6/a$	$1 \cdot L/k_p$	-
PID	$0,6/a$	$1 \cdot L/k_p$	$0,5 \cdot L/k_p$	$0,95/a$	$1,4 \cdot L/k_p$	$0,47 \cdot L/k_p$

CHR usuli bo'yicha PID regulyatori uchun sozlamalarni hisoblash:

$$k_p = \frac{0,6}{a} = \frac{0,6}{1} = 0,6$$

$$k_i = \frac{1 \cdot L}{k_p} = \frac{1 \cdot 2}{0,6} = 3,33$$

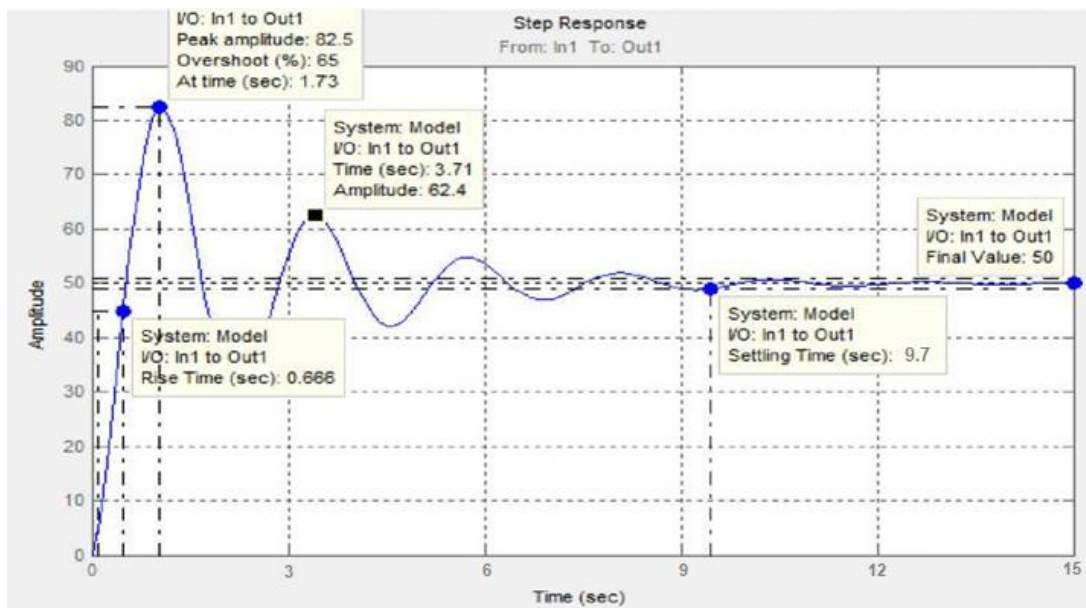
$$k_d = \frac{0,5 \cdot L}{k_p} = \frac{0,5 \cdot 2}{0,6} = 1,66$$

CHR PID regulyatori yordamida parametrlarni sozlash bilan tizimning o'tish xususiyatlarini tahlil qilish jarayonida MATLAB paketidagi o'tish davri grafigi asosida tizim sifatining quyidagi ko'rsatkichlari olingan (10-rasm):

- barqaror og'ish $y_{og} = 50$ belgilangan nuqta bilan 50;
- tartibga solish vaqti $t_n = 15,7$ sek;
- qayta rostdash $\sigma = 65\%$;
- qayta rostdashlar soni $\delta = 3$;

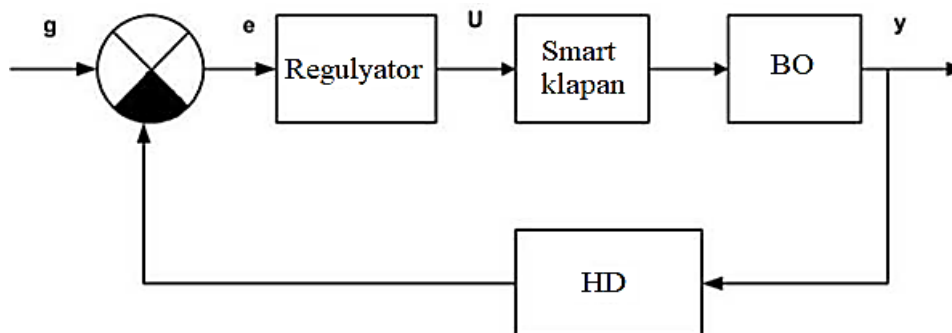
sozlanishi mumkin bo'lgan miqdorning maksimal qiymati $y_{max} = 82,5$.

Ushbu tahlil CHR usuli bilan olingan regulyator sozlamalari o'tish jarayonining tabiatiga quyidagicha ta'sir qiladi degan xulosaga kelishimizga imkon beradi: tizimdagi tebranishlar, avvalgi usulda bo'lgani kabi, sekin susayadi, haddan tashqari oshirib yuborish ham ruxsat etilgan me'yorlardan oshib ketadi, vaqt tartibga solish oshdi, bu nafaqat tizimning aniqligini, balki uning sifatini ham pasaytiradi.

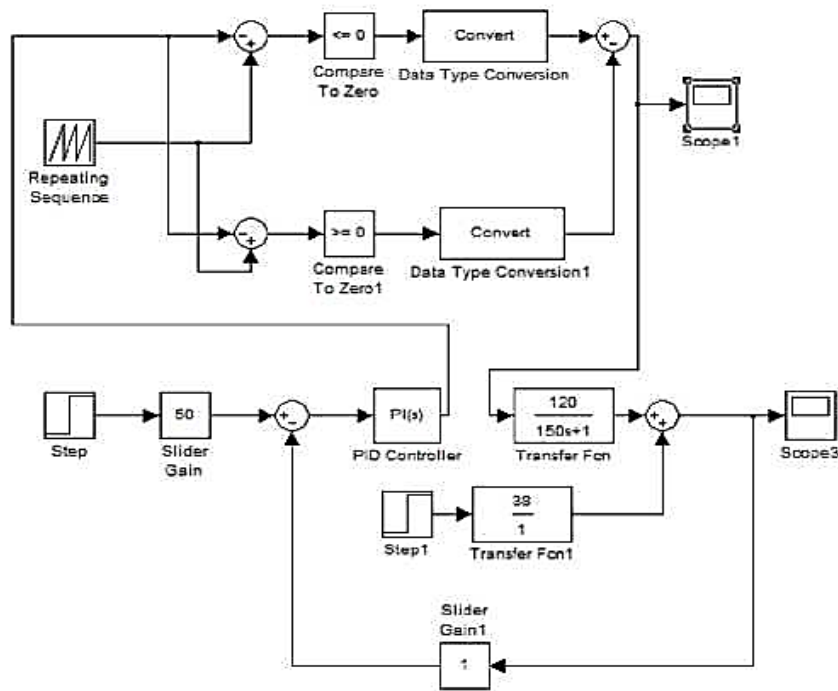


10-rasm. CHR usulida PID-regulyator koeffitsientlarini sozlash orqali tizimning o'tish xarakteristikasi

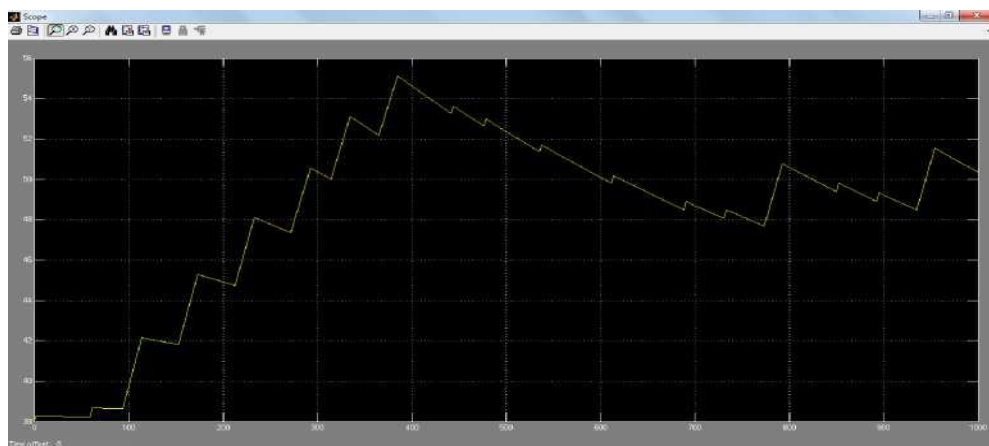
Kenglik-impulsli modulyatsiyasi signal asosida hosil bo'ladi – bu ishda harorat datchigidan signal yordamchi ko'rsatkichlar asosida hosil bo'ladi. Signalning amplitudasi -255 dan 255 gacha bo'lgan PID regulyatorining boshqaruv signalining o'zgarish diapazoniga mos keladigan tarzda tanlanadi. Chastotani tanlash tajriba davomida quyidagi printsipal asosida aniqlanadi: yordamchi signal davri ahamiyatsiz bo'lmaydi, chunki bu chastotaga ta'sir qiladi, bu kontaktlarning tez orada ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin; davrning katta qiymati texnologik jarayonda o'rni to'g'ri almashtirilishini ta'minlamaydi. Signal kuchlanishni modellashtiradi, bu holda maksimal kuchlanish 5V va minimal 0V, bu mikrokontrollerning texnik xususiyatlari bilan belgilanadi. Modulyatsiya jarayonida impulsning kengligi o'zgaradi, ya'ni qurilmani yoqish, o'chirish vaqtining davomiyligi, ushbu tajribada isitish elementining ishlashi ta'minlaydi. 11-rasmda ko'rsatilgan ushbu turdagi modulyatorlardan foydalangan holda tizimlar uchun umumiy tuzilish sxemasi asosida MATLAB paketida impuls kengligi modulyatsiyasi va PID-regulyatoridagi modeli qurilgan (12-rasm).



11-rasm. Tizimni impuls kengligi modulyatsiyasi va PID-regulyatsiyadan foydalangan holdagi sxemasi



12-rasm. MATLAB paketida tuzilgan impuls kengligi modulyatsiyasi va PID regulyatsiyasi yordamida sxemasi

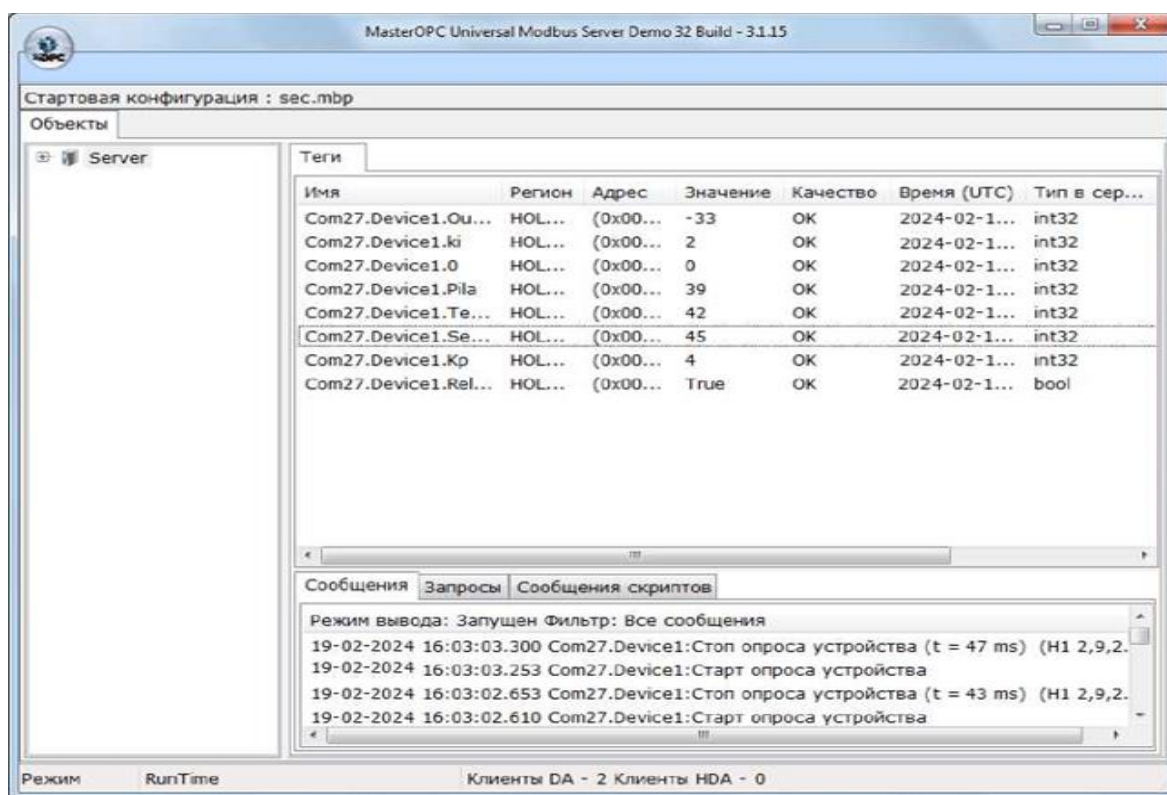


13-rasm. Keng-impulsli modulyatsiyasi va PID-regulyator o'tkinchi jarayoni xarakteristikasi

Dissertatsiyaning “**Quritish barabanidagi temperaturani nazorat qilishning Scada tizimi interfeysi. Scada-tizimini joriy qilishdan olingan iqtisodiy samaradorlikni hisoblash**” deb nomlangan to'rtinchi bobida SCADA paketidan foydalanishning asosiy vazifasi quritish barabanidagi haroratni tartibga solish bo'lganligi sababli, ishlab chiqilayotgan dastur PID-tartibga solish qonuni uchun koeffitsientlarni sozlashi kerak; harorat sozlamalarini boshqarish; Smart klapan orqaligazni taqsimlash; haroratning kirish qiymatlarini, PID-regulyatsiya bilan chiqish signalini modulyatsiyasi trend shaklida rostdash.

Vazifalarni ta'minlash va Arduino va MasterSCADA platasi o'rtasida aloqa o'rnatish uchun ishlab chiqilayotgan kodda va masteropc serverida, bu dala qurilmalari, kontrollerlar va Master paketli ilovalar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni qo'llab-

quvvatlovchi aloqa standartidi bo'lib, mikrokontroller ulangan port bilan aloqa o'rnatildi, so'rov tezligi 115200 ga teng, chunki taxtada o'qishni ro'yxatdan o'tkazish bir xil chastotada, javob berish vaqti va so'rov muddati 500 MS ga teng, shuning uchun server OPC-ni sozlash tugallandi.

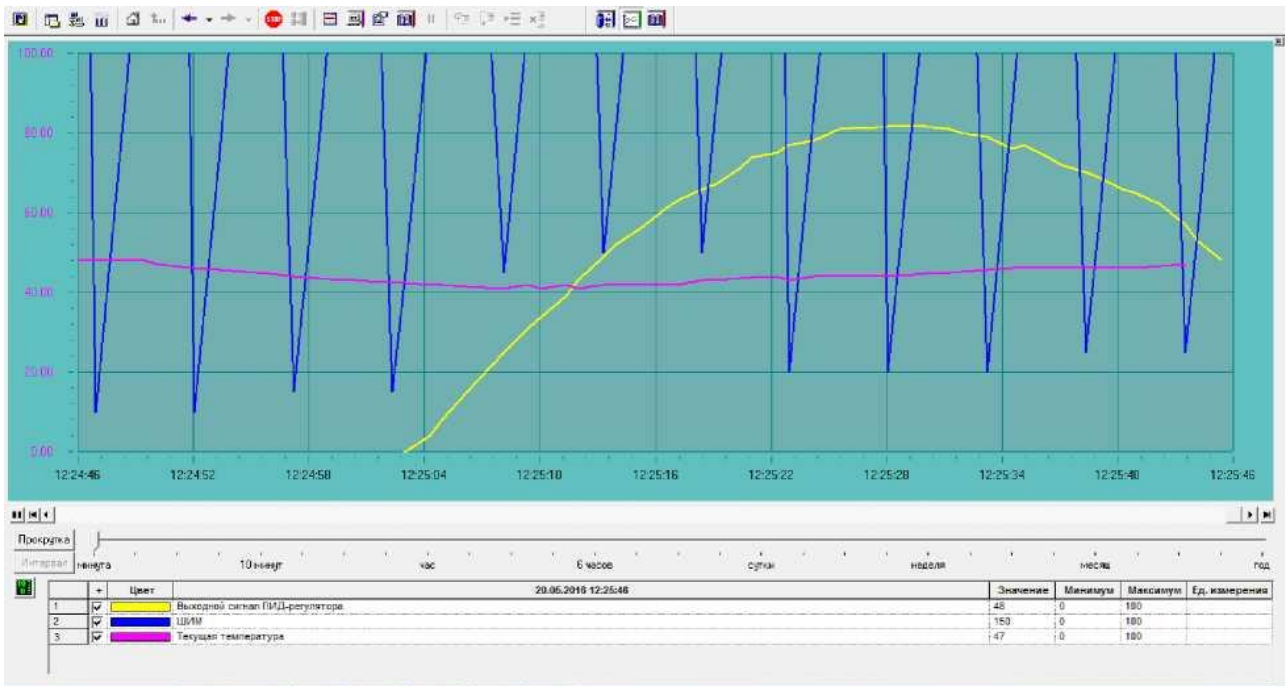


14-rasm. Masteropc dasturi yordamida mikrokontroller va OPC server o'rtasida ma'lumot almashish jarayoni

Ishlab chiqarishda SCADA tizimlari bo'yicha boshqaruv xavfsizligi operatorni texnologik jarayonning masofadan boshqarish pultidan olib tashlash, kirish huquqlarini farqlash, shifrlash, aloqa protokollarining maxfiyligi, shuningdek xavfsizlik protokollaridan foydalanish orqali amalga oshirilganligi sababli, bunday tizimlarni ishlab chiquvchi uchun ajralmas vazifa texnologik jarayonni batafsil vizualizatsiya qilishdir, bu esa operatorga tizimni to'g'ri boshqarishga yordam beradi.

SCADA paketlaridagi asosiy vizualizatsiya vositalari tendentsiyalar, grafik ko'rsatkichlar, o'rnatuvchilar va har qanday qiymatlarning qiymatini ko'rsatish, shuningdek ob'ektlari o'rtasida harakat qilish imkonini beruvchi tugmalarda foydalanishdir. Harorat qiymatlarining o'zgarishini Real vaqt rejimida kuzatishga imkon beradigan tendentsiyadan foydalanib, regulyator koeffitsientlarining o'zgarishiga qarab o'tish jarayonini o'zgartirish jarayoni, operator tomonidan belgilangan sozlash nuqtalari, shuningdek tizimni o'chiq va ishchi holati haqida ma'lumot olish imkonini beradi.

OPC serverini va Raspberry Pi 5 mikroprotsessori platasini bog'laydigan konfiguratsiya fayliga asoslanib, MasterScada ishlab chiqilgan loyihaga o'zgaruvchilarni kiritiladi va yuqorida tavsiflangan palitra elementlari yordamida 15-rasmda ko'rsatilgan jarayonni roslash va vizualizatsiya qilish funksiyalarini bajaradigan loyiha ishlab chiqilgan.



15-рasm. PID регулятори signalining tendentsiyasi va agent haroratining joriy qiymati

SCADA interfeysi. Tizimni qulay masofadan boshqarish uchun interfeysi yaratildi. Boshqarish ob'ektining mnemonik sxemasida (16-rasm) uchta sozlagich mavjud: sozlash nuqtalari, regulyatorning uzatish koeffitsienti, doimiy integratsiya koeffitsienti; quritish agregatining holati ko'rsatkichi shaklida ko'rsatiladi; joriy harorat qiymati, PID regulyatoridan chiqish signali ko'rsatilgan tendentsiyaga o'tishni ta'minlaydigan tugma.



16-рasm. SCADA tizimining asosiy interfeysi

Ko'rib chiqilayotgan roslash tizimini ishlab chiqarishda amalga oshirish uchun mo'ljallanganligi sababli, undan foydalanishda tizimni to'xtatish, operatori o'zgartirish, cheklangan kirish huquqiga ega voqealar jurnalini chaqirish kabi SCADA tizimining boshqaruv elementlarini ishlab chiqilgan.

UMUMIY XULOSALAR VA TAKLIFLAR

1. Olib borilgan adabiyotlar tahlili va ilmiy izlanishlar natijasida bizgacha tavsiya etilgan quritish qurilmalarining asosiy kamchiliklari ularning ish unumdorligini kamligi hamda paxta xom ashyosini quritish uchun ulardagi quritish agentining harorati nisbatan past ekanligi aniqlandi.

2. Tahlil qilingan ilmiy ishlar natijasida paxta xom ashyosini quritishdagi mavjud kamchiliklar asosida dissertatsiya ishida bajariladigan kelgusi vazifalar belgilab olindi.

3. Paxta xomashyosini Scada tizimi bilan jihozlangan quritish texnologik jarayonining matematik modeli ishlab chiqildi;

4. Matlab dasturidan foydalanib quritish barabani texnologik parametrlarini boshqarishning imitasion modelini ishlab chiqildi;

5. Paxtaxomashyosini namligini aniqlash uchun o'tkazilgan tajribalar natijalari tahlili qilindi;

6. PID-regulyator koeffitsientlarini sozlash orqali tizimning vaqt xarakteristikasini olish ikki uslda amalga oshirildi;

7. SCADA tizimining interfeysi ikki xil (boshqaruvchi-operator) ko'rinishda shakllantirildi.

8. Tolani sinfdan sinfga bazaviy o'tish ehtimoli 1.3 %; SCADA tizimini joriy qilingandanso'ng tolani sinfdan sinfga o'tish ehtimoli 0.2%ni tashkil qildi.

9. SCADA tizimini joriy etish orqali 16000 tonna paxtani qayta ishlash jarayonida namlik darajasi 12-16 % gacha bo'lgan paxta uchun 225-245 °C gacha emas balki belgilangan me'yor asosida 100-110 °C oralig'ida berish orqali 16000 tonna paxtani dastlabki qayta ishlash uchun bir mavsum davomida 13 000 kubo metr gazni tejashga erishildi.

10. Tavsiya etilayotgan paxta xom ashyosini quritish tizimini ishlab chiqarishga joriy qilish natijasida uning iqtisodiy samaradorligi bir yilda 228 363 ming so'mni tashkil etadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.09.2023.Т.66.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАМАНГАНСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ДЕДАХАНОВ АКРАМЖОН АЛТМИШБОЕВИЧ

**СОЗДАНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В
СУШИЛЬНОМ БАРАБАНЕ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ХЛОПКОВОГО
СЫРЬЯ**

**05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические
системы**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Наманган–2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № №В2023.4.PhD/Т4214

Диссертация выполнена в Наманганский государственный технический университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.namdtu.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Мурадов Рустам

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Шарибаев Носир Юсупжанович

доктор физико-математических наук, профессор

Юлдашев Козимжон Комилжонович

доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета при Наманганском государственном техническом университете PhD.03/30.09.2023.Т.66.01 в «27» сентября часа 12:00 2025 года. (Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Косонсой, 7. Тел.: (99869) 228-76-68 Факс: (99869) 228-76-68; e-mail: info@namdtu.uz, Наманганский государственный технический университет, корпус 6, 1 этаж, малый конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского государственного технического университета (регистрационный номер 61). Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Косонсой, 7. Тел.: (99869) 228-76-68 Факс: (99869) 228-76-75.

Автореферат диссертации разослан «10» сентября 2025 г.

(Реестр протокола рассылки № 37/3 от 4 июля 2025 года).

Махкамов А.М.

Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

Махсудов Ш.А.

Ученый секретарь Научного совета
по присуждению ученых степеней, д.ф.т.н., доцент

Ешбаева У.Ж.

Председатель Научного семинара при научном совете по
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире в процессах сбора, укладки, хранения, транспортировки, отделения хлопка от тяжелых примесей, сушки, очистки от мелких и крупных примесей одно из ведущих мест занимает выявление и устранение факторов, негативно влияющих на показатели качества хлопкового сырья, в частности, транспортировка хлопка в пневмотранспортной системе и отделение его от тяжелых примесей, а также применение автоматики в системе сушки хлопка перед процессами очистки от примесей. а также применение автоматики в системе сушки хлопка перед процессами очистки от примесей. Эти процессы также играют важную роль в повышении показателей качества и количества готовой продукции во всем мире. Таким образом, необходимо создание и внедрение в практику технологий, позволяющих сохранить натуральные и качественные показатели хлопковых продукций, а также снизить издержки производства, в частности ресурсосберегающих конструкций с высокой эффективностью процесса сушки хлопка. В этом отношении важным считается оптимизация параметров конструкции.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений технологий и технических средств сушки хлопкового сырья с сохранением его естественных показателей. В связи с этим приоритетными в технологии первичной обработки хлопка являются исследования по сушке хлопкового сырья и эффективной организации его переработки, разработка энергоресурсосберегающих технологий. При этом особое внимание уделяется разработке технических решений, устраняющих неполадки, автоматизации всех технологических процессов и повышению их эффективности.

Принимаются комплексные меры по производству широкого ассортимента продукции текстильной и легкой промышленности с высоким качеством волокна и низкими ценами из хлопкового сырья, выращенного в республике, по выводу ее на мировой рынок, и достигаются определенные результаты. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы поставлены важные задачи по «увеличению объема промышленного производства в 1,4 раза, продолжению промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте».² В реализации этих задач, в частности, в технологическом процессе первичной обработки хлопка, в частности, важное значение играет создание разработанного проекта и обоснование параметров технологического процесса сушки хлопка.

Указ Президента Республики Узбекистан от 07.02.2017 г. № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановление Президента Республики Узбекистан от 28.11.2017 г. № ПП-3408

¹ Указ Президента Республики Узбекистан No УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

«О мерах по кардинальному совершенствованию системы управления хлопковой отраслью», Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 31.03.2018 № 253 «О дополнительных мерах по организации деятельности хлопково-текстильных производств и кластеров» и другие нормативно-правовые акты, связанные с данной деятельностью, служат в определенной степени для выполнения данной диссертационной работы.

Соответствие проводимых исследований приоритетным направлениям научно-технического развития республики. Исследование является частью развития науки и техники Республики VI. «Комплексная механизация и автоматизация технологических процессов», «Производство комплексного оборудования, оборудования и машин, внедрение гибких систем и групповых, модульных и современных прогрессивных технологических процессов».

Степень изученности проблемы. В работе принимали участие широко известные ученые и специалисты, прошедшие много лет за границей над исследованием и усовершенствованием машин и оборудования хлопкоочистительной промышленности, в частности, сушильных барабанов, такие как Г.В.Банников, Н.М.Михайлов, Г.Л.Гамбург, А.И.Кулагин. Исследования по выбору режима многозавитковой сушки в барабанных сушилках перед обработкой хлопкового сырья были проведены А.Х.Каюмовым. Кроме того, исследования по сушке с использованием солнечной тепловой энергии с сохранением природных свойств волокна и семян были проведены Н.М.Сафаровым. Проведены научные исследования по разработке теоретико-методологических основ динамики технологических машин, используемых в процессах сушки хлопкоочистительной промышленности такими исследователями как А.П.Парпиев, А.З.Маматов, Р.М.Каттаходжаев, У.Арифов.

Исследования по разработке фундаментальных, практических вопросов совершенствования хлопкосушильного оборудования в нашей стране по формированию методологических основ проводили такие ученые как М.А.Хаджинова, Г.И.Мирошниченко, П.Н.Тютин, А.П.Парпиев, А.З.Маматов, У.А.Арифов, Р.М.Каттаходжаев, У.Т.Матмусаев, М.Тиллаев, М.Ахматов, А.Е.Лугачев, Б.М.Мардонов и другие.

Исследования по автоматизации нового современного низкоэнергетического сушильного оборудования для сушки и очистки высокосортного хлопчатобумажного сырья с сохранением его естественных качественных характеристик не проводились.

Связь диссертационного исследования с научными планами высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация. Диссертация тесно связана с планом научно-исследовательских работ, выполняемых в Наманганском государственном техническом университете в рамках государственной научно-технической программы и выполненных в рамках государственных научно-технических программ прикладных исследований Министерства инновационного развития Республики Узбекистан.

Цель исследования: разработать систему Scada для управления температурой в сушильном барабане сушки хлопкового сырья и обосновать положительный результат по качеству продукции.

Задачи исследования: Разработка энергосберегающей технологии, позволяющей волокнам сохранять свои природные свойства за счет применения системы Scada в процессе сушки хлопкового сырья, предусматривается проработка следующих вопросов:

Анализ высокой температуры в технологическом процессе сушки хлопкового сырья на сушильном барабане по показателям качества продукции;

анализ современного состояния устройств для сушки хлопкового сырья и их значения в сушке хлопкового сырья в ранее выполненных научно-исследовательских работах;

разработка математической модели технологических процессов сушки хлопкового сырья с использованием системы Scada;

разработка имитационного режима контроля технических параметров сушильного барабана с помощью программы Matlab;

получение временных характеристик системы путем регулировки коэффициентов ПИД-регулятора;

разработка базового интерфейса SCADA-системы и системного администрирования с использованием программного обеспечения;

Предмет исследования: Автоматизация контроля температуры сушильных барабанов, используемых для сушки хлопчатобумажных изделий.

Методы исследования. В процессе исследования использовались правила математических расчетов, законы теоретической механики, методы статистического анализа, методы математического планирования экспериментов и методы, установленные действующими нормативными документами.

Научная новизна исследования заключается в следующем

создана база данных для автоматического определения влажности хлопкового сырья, поступающего в сушильный барабан, и выбора температуры горячего воздуха, выходящего из сушильного агрегата, соответствующей этим значениям;

создана автоматизированная система дополнительного всасывания воздуха Scada для влажности выше нормы, позволяющая регулировать параметры температуры сушильного агрегата на основе значений влажности хлопкового сырья.

при сушке хлопкового сырья, поступающего в рабочую камеру сушильного барабана, на основе базы данных уровней влажности создается энергоэффективная технология сушки, позволяющая сохранить естественные свойства волокон за счет правильного подбора температуры;

для равномерного распределения горячего воздуха, поступающего от тепловыделяющих агрегатов, по рабочей зоне сушильного барабана разработана имитационная модель управления технологическими параметрами сушильного барабана.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

Разработана энергоэффективная технология сушки и устройства, позволяющие сохранить природные свойства волокна за счет использования сушильного аппарата Scada для хлопкового сырья;

Оснащенное системой Scada, устройство для сушки хлопкового сырья позволяет использовать хлопок на предприятиях первичной переработки для устранения существующих проблем с качеством хлопкового сырья и волокна. И выявлено снижение потребления энергии и ресурсов.

Достоверность результатов исследований. Достоверность полученных результатов основана на соразмерности результатов теоретических и экспериментальных исследований, сопоставлении статистических анализов с показателями результатов, полученных в ходе испытаний предлагаемой новой автоматизированной системы.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования объясняется разработкой и внедрением процесса сушки энергоэффективного, экологически чистого сушильного оборудования для сохранения природных свойств волокна в системе сушки хлопкового сырья.

Практическая значимость результатов исследования. Система, оснащенная Scada, объясняется тем, что в результате разработки и предварительных экспериментов энергоэффективного сушильного оборудования и получены их аналитические результаты, обработка экспериментальных результатов на основе математических моделей и использование данного устройства на предприятиях первичной переработки хлопкового сырья устранили существующие проблемы с качеством волокон и волокон в них.

Ознакомление с результатами исследований.

На основании полученных результатов исследований, проведенных с использованием автоматизированного сушильного устройства для хлопкового сырья:

Утверждены предварительные требования к устройству для сушки хлопкового сырья через систему Scada (справка Ассоциации «Узтекстильсаноат» № 03/25 от 24.10.2024 г. № 03/25 – 2863). В результате стало возможным разработать энергоэффективное сушильное устройство, позволяющее волокнам сохранять свои природные свойства.

Сушильное устройство, оснащенное системой SCADA, внедрено на Туракурганском хлопкоочистительном предприятии ООО «Наманганский текстильный кластер» (справка от 24.10.2024 г. № 03/25 – 2863). В результате способность сохранять натуральность волокна улучшается на 20-30%, а потребление природного газа снижается в 3 раза.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертации обсуждались на 7 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 24 научных работ. В частности, в научных изданиях ВАК

Республики Узбекистан, рекомендованных к публикации основных научных результатов диссертаций, опубликовано 7 статей. Кроме того, опубликовано 7 статей на зарубежных научно-практических конференциях, 5 статей на научно-практических конференциях Республики Узбекистан, а также получено 5 программных сертификатов от агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 119 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, формулируются цели и задачи, а также объект и предмет исследования, излагается соответствие исследования важнейшим направлениям развития науки и техники в республике, излагается научная новизна исследования и практические результаты, обосновывается достоверность полученных результатов, освещается научно-практическая значимость результатов исследования и их внедрение в практику, опубликованные работы. и приводятся данные по структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием, **“Анализ литературы по сушильным барабанам хлопкового сырья и проведенных на них научных исследований, цель и задача работы”**, представлен анализ имеющейся литературы по научно-исследовательской работе. При этом на сегодняшний день на хлопкоочистительных предприятиях проделана значительная работа по выявлению закономерностей процесса сушки хлопкового сырья и факторов, влияющих на процесс, определению физико-механических, химических, гигроскопических и других свойств хлопка и его компонентов как объекта сушки и решению вопросов, связанных с ускорением процесса сушки различными методами и устройствами. Но многие из этих работ застряли в лабораторных испытаниях из-за их неудобства на практике и не использовались в промышленности.

Необходимо понимать устойчивость хлопкового сырья к высоким температурам, то есть его способность сохранять свои механические-структурные и биологические-свойства под воздействием тепла. Нормой термостойкости является температура, при которой происходит постепенное разрушение верхнего слоя волокна и изменение физических, биологических и химических свойств волокна и семени. Соответственно, предельно допустимая температура нагрева хлопкового сырья определяется стойкостью отдельных его компонентов к высоким температурам.

Хотя основными факторами, влияющими на качество производимого на хлопкоочистительных предприятиях волокна, количество в нем дефектных примесей, являются влажность и температура волокна и семян, проведенная работа по определению их оптимальных значений в технологических процессах – очистке и цинковании показала недостаточность.

Основным недостатком современных сушильных барабанов, работающих в настоящее время на предприятиях, является повышение температуры, в результате чего научно обоснованы причины ухудшения качества продукции, в результате проведенных анализов и научных исследований определены задачи, что основными недостатками рекомендуемых сушильных установок являются отсутствие процесса контроля температуры, выходящей из сушильного агента.

Во второй главе диссертации под названием **“Возможности применения интеллектуальных технологий в вопросах управления технологическими объектами”** проводится тепловой расчет барабанных сушилок с целью определения размеров барабанных сушилок, расхода электроэнергии, количества горячего воздуха, необходимого для сушки хлопкового сырья.

Существует два разных метода расчета теплового баланса барабанной сушилки: первый - аналитический, т. е. на основе изучения теплового и влажностного баланса сушилки, а второй-графоаналитическим методом-т. е. с помощью I-d диаграммы. Влажное хлопковое сырье, попадающее в рабочие камеры барабанных сушилок, встречает встречный и прямой поток горячего воздуха, в результате чего лишняя влага отделяется и вытесняется отработанным воздухом, и этот процесс продолжается непрерывно.

Автоматическая регулировка-это отрасль автоматизации, которая включает в себя совокупность методов и средств, позволяющих с необходимой точностью обеспечить определенное состояние технологического процесса в определенный период времени или предопределить ход этого процесса в соответствии с заранее установленным законом, в зависимости от конкретных условий процесса.

Системы с использованием этого типа регулирования получили широкое практическое применение в конце прошлого века, но в настоящее время их усовершенствованные прототипы используются для регулирования температуры, уровня, давления и расхода в различных отраслях промышленности, таких как металлургия, нефтегаз, машиностроение, энергетика.

Регулятор-это устройство автоматического управления, работающее по замкнутому циклу и предназначенное для стабилизации любого параметра [68]. По типу параметра настройки их можно разделить на регуляторы давления, уровня, температуру, мощности, напряжения и т. д.

Автоматический регулятор представляет собой совокупность устройств, подключенных к управляемому объекту для регулирования его выходного значения. К выходу объекта добавляется измерительный элемент, контролирующей выходную величину, а к регулирующему органу объекта - исполнительный элемент, при отклонении регулируемого параметра объекта от заданного значения регулятор в соответствии с введенным в него законом формирует управляющее воздействие на регулирующей орган с целью уменьшения отклонения.

Оценка качества процесса регулирования является основным компонентом анализа качества работы по устойчивому регулированию, поэтому для различных методов регулирования используются следующие показатели:

1. $y_{отк}$ устойчивое отклонение, понимается как значение переменной y через произвольно большое время после начала перехода, т. е. $y_{отк} = \lim_{t \rightarrow \infty} (y)$, где значение y описывает точность системы в стабильном режиме. Время приведения в порядок t_n (время периода перехода), после этого условие не выбирается: $|y(t) - y_{огр}| \leq \Delta$ где: Δ - точность приведения в отмеченный порядок, но значение t_n определяет скорость системы.

2. Время регулирования t_n (время перехода), после чего условие не выполняется: $|y(t) - y_{огр}| \leq \Delta$ где: Δ - указанная точность регулирования, но значение t_n определяет скорость системы.

3. Максимальное превышение:

$$\sigma = \frac{y_{max} - y_{огр}}{y_{огр}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Где: y_{max} - максимальное отклонение регулируемого значения. значение σ описывает точность системы во время перехода и обычно не должно превышать 40%.

4. число перегрузки δ , т. е. максимальное число функции $y(t)$ в переходном периоде, больше значения $y_{огр} + \Delta$. Обычно $\delta = 1 \div 2$ считается приемлемым, но в некоторых случаях вибрация вообще не допускается.

Передаточные функции для каждого из каналов регулировки выражаются в виде апериодических звеньев с задержкой:

$$W_{ij}(p) = \frac{K_{ij}}{T_{ij} \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_{ij}p} \quad (2)$$

где i - порядковый номер входа, j - порядковый номер выхода.

В то время как контроль температуры рассматривается как основной управляющий сигнал, контроль влажности можно рассматривать как контроль помех. В этом контексте можно записать передаточную функцию системы управления сушильным барабаном в виде матрицы.

$$\begin{bmatrix} Y_1(p) \\ Y_2(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_{11}(p) & W_{12}(p) \\ W_{21}(p) & W_{22}(p) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1(p) \\ U_2(p) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Позволим изменению первой контрольной величины одновременно корректироваться, и пусть эта коррекция также корректирует компенсацию второй контрольной величины. При этом вектор управления записывается в следующем соотношении:

$$U = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix}^2; v_1 = k_{11}u_1 + k_{12}u_2^2; U_1 = U + \Delta U_1^2, \quad (4)$$

Изменение величины первого регулятора можно обнаружить в следующем положении, с прерывистым изменением и потерей второй управляющей величины:

$$\Delta U_1 = \begin{pmatrix} \Delta u_1 - \frac{k_{12}}{k_{11}} \cdot u_2 \\ u_2 \end{pmatrix} \quad (5)$$

На основе предложенного метода разработана имитационная модель управления техническими параметрами сушильного барабана с помощью программы Matlab (рис. 1).

При этом передаточная функция объекта является двумерной, а значения агрегата тепла и влажности на выходе принимаются за соответствующие величины. Результат имитационного моделирования показывает, что при использовании типовых законов управления регуляторы обеспечивают хорошую стабильность качества контролируемых величин. В этом случае время переходного процесса определяется промежуточным значением переходного свойства объекта. Настройка параметров *определяется блоком Оптимизация*, установленным в программе Matlab.

Разработано имитационное моделирование системы управления сушильным барабаном с целью исследования адекватности математической модели объекта управления с реальным процессом, разработанным на основе предложенной методики.

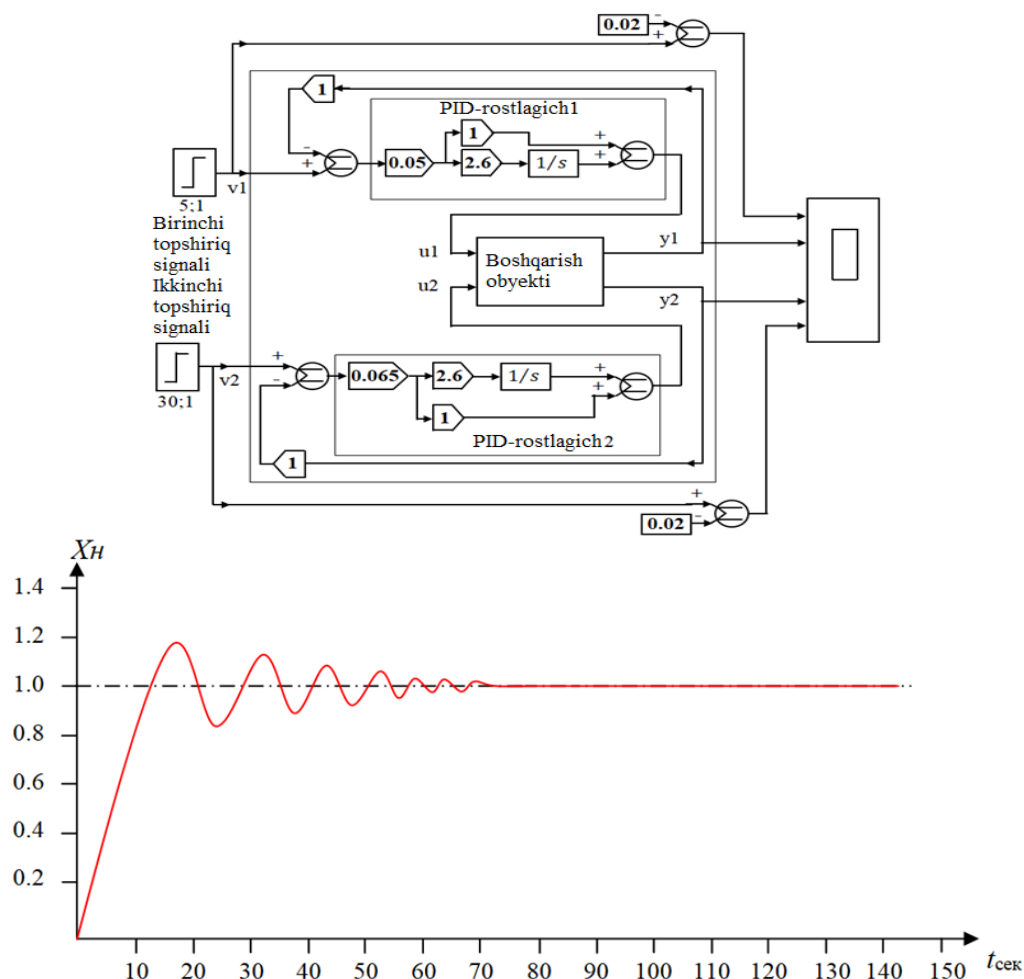


Рис. 1. Сушка имитирует контроль технических параметров барабана.

В системе может быть использована функционал, минимизирующая погрешность влажности, которая обеспечивает автоматическое удержание значения влажности, что является одним из важнейших параметров в процессе сушки:

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T (W_1 - W_2) \cdot G_2 dt \rightarrow \min \quad (28)$$

где W_1 и W_2 – Влажность хлопкового сырья на входе и выходе сушильного барабана; G_2 – Объем хлопка, подлежащего сушке; T – Время высыхания.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «Влажность хлопкового сырья. Элементы системы Scada контроля температуры в сушильном барабане в процессе сушки хлопка. Определение передаточной функции системы Scada контроля температуры. Выбор закона регулирования системы scada», необходимо определить передаточную функцию (ПФ) объекта управления с целью определения нормативного закона, требуемого в системе коррекции теплового потока, поступающей в сушильный агент 2СБ-10. Для получения временных свойств процесса был проведен эксперимент, схема которого представлена на рисунке 2.

В эксперименте на языке программирования C++ нагрев производился с помощью электромагнитного клапана SMART SG5547, передающего природный газ в тоннель, показания температуры регистрировались через аналоговый датчик OVEN DTP в течение 70 секунд на мониторе последовательного порта (рис. 3) компьютера, к которому была подключена камера Raspberry Pi5, и могут контролироваться в режиме реального времени.

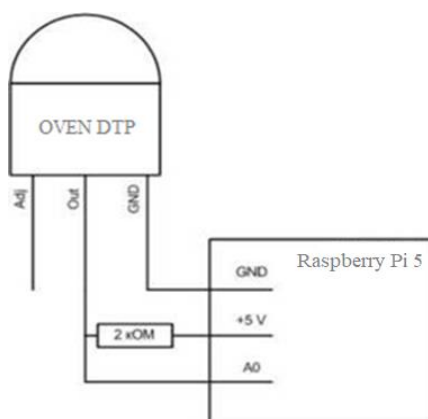


Рис. 2. Чертеж датчика OVEN DTP и схема соединения его к микроконтроллеру

```
653 VALUE V: 3.18
    VALUE T: 44.72
654 VALUE V: 3.19
    VALUE T: 46.19
656 VALUE V: 3.17
    VALUE T: 44.23
649 VALUE V: 3.20
    VALUE T: 46.67
655 VALUE V: 3.20
    VALUE T: 47.16
657 VALUE V: 3.21
    VALUE T: 48.14
658 VALUE V: 3.21
    VALUE T: 48.14
654 VALUE V: 3.20
    VALUE T: 47.16
658 VALUE V: 3.22
    VALUE T: 45.63
664 VALUE V: 3.22
    VALUE T: 49.12
662 VALUE V: 3.23
    VALUE T: 49.60
660 VALUE V: 3.23
    VALUE T: 49.60
660
```

Рис.3. Монитор последовательного порта платы Raspberry Pi5

На основе показаний датчика температуры в математическом пакете mathcad строится график переходного периода, показанный на рис.4. На основании графика можно сделать вывод, что процесс перехода соответствует апериодической связи первого порядка, но шум присутствует, поэтому с помощью встроенной функции аппроксимации данных (рис. 5) был получен идеальный график периода перехода, с помощью которой была определена функция передачи объекта управления. Однако для того, чтобы характеристика переходного периода начиналась с нуля, мы определяем предпосылки для эксперимента: Температура в начале эксперимента составляет 38°C.

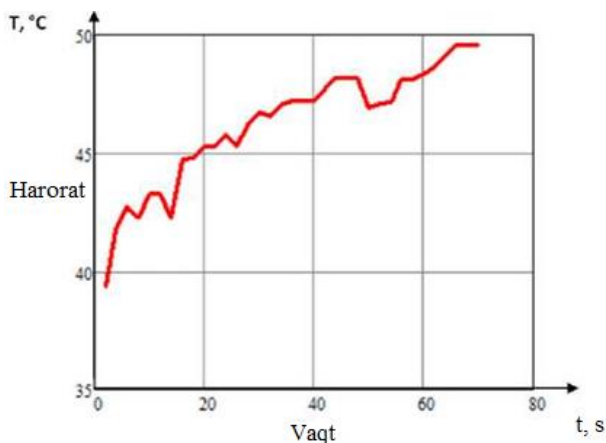


Рис.4. График эксперимента.

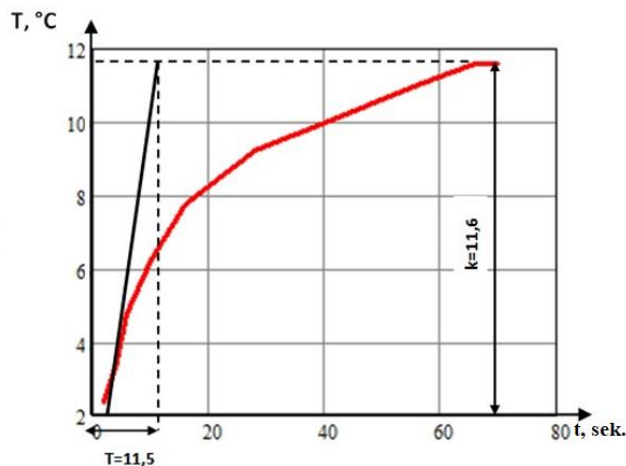


Рис.5. График переходного периода опыта.

При непрерывно работающем сушильном агенте стабильное значение температуры составляет 120°C, начало процесса перехода при достижении температуры 50°C приведено на рисунке 4, т.к. из-за технических характеристик установки не представляется возможным поднять параметры ОУ до предельного уровня, то при определении модели ОУ необходимо учитывать эти параметры и на их основе определять функцию передачи системы.

Передачная функция апериодического звена первого порядка имеет следующий вид:

$$W(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1}.$$

Согласно графику переходного процесса, он определяется на основе коэффициента усиления k и постоянного времени T , которое описывает инерцию звена. В программном комплексе MATLAB строится переходная характеристика системы, на основе которой получается передачная функция системы $W(s) = \frac{120}{150 \cdot s + 1}$ и проверяется ее надежность (рис.6).

Температура дополняется функцией включения, выключения вентилятора и нагревательного элемента SAD, а при двусторонней регулировке реализуется компенсация напряжения между всей системой и микропроцессором. Исследуемая система программно выполняет фильтрацию входного сигнала и ПИД регулирование для стабилизации измеряемых значений.

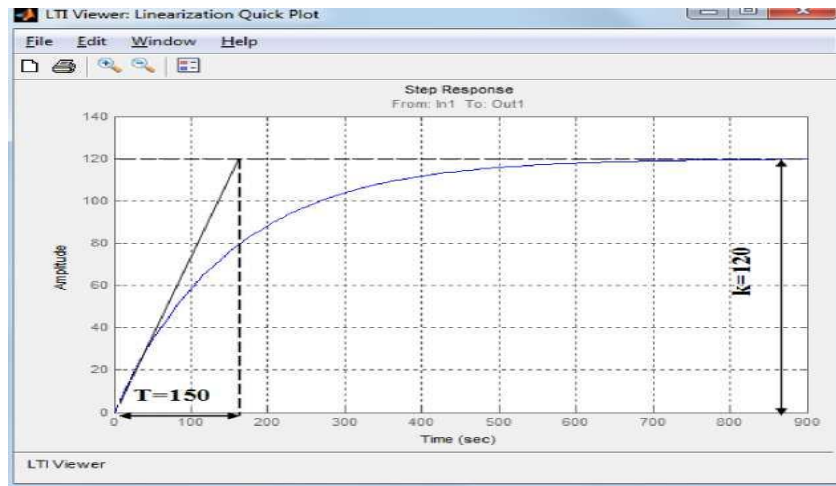


Рисунок 6. График перехода температуры в программном пакете MATLAB

В процессе изучения работы системы и на основе анализа свойств регулирующих законов был выбран закон PID-регулирования, поскольку он может обеспечить большую точность регулирования при большом, но плавном изменении нагрузки. У Р-регулятора есть существенный недостаток на фоне закона пи-регулирования — остаточное отклонение регулируемого параметра, влияющее на качество работы системы в целом.

Р-регулятор имеет длительный срок регулирования, что недопустимо для таких систем.

Настройка PID - Эта система имеет один сенсорный элемент и обрабатывает один входной сигнал на каждый регулятор, поэтому именно система регулирования вызывает ржавчину в одной цепи. В таких системах используется десяток способов регулировки параметров регуляторов. Расчет коэффициента пропускания регулятора k_p , постоянное интегрирование T_i , постоянное дифференцирование t_d – это непосредственная регулировка регулятора.

Метод Zigler-Nikols. Для настройки PID-регулятора было использовано несколько методов, одним из которых является метод Zigler-Nikols, основанный на нахождении параметров реакции на единичный скачок объекта с a и L , показанных на рис.7. На основе этих параметров рассчитаны коэффициенты различных регулирующих законов, формулы их расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Формулы для расчета нормативных коэффициентов на отклик на скачки по методу Zigler-Nikols

Регулирование	k_p	T_u	T_v
P	$1/a$	-	-
PI	$0,9/a$	$3 \cdot L/k_p$	-
PID	$1,2/a$	$0,9 \cdot L/k_p$	$0,5 \cdot L/k_p$

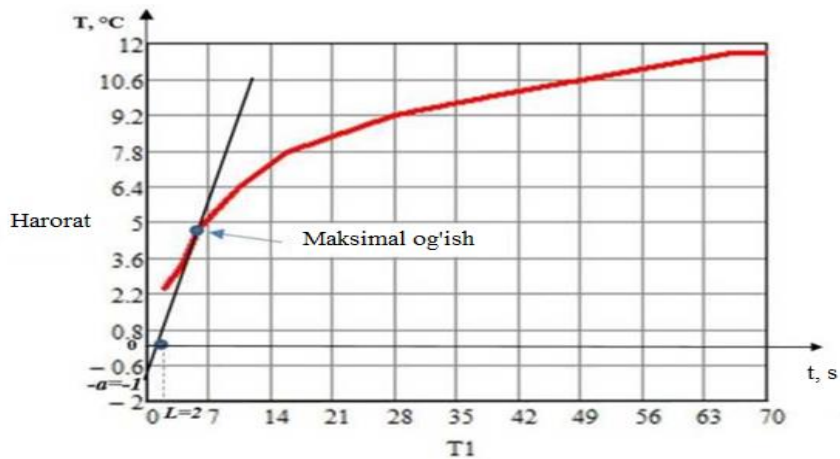


Рис.7. Характеристика перехода объекта а и L с параметрами отклика на единичный скачок

Расчет настроек для PID-регулятора по методу Zigler-Nikols:

$$k_p = \frac{1,2}{a} = \frac{1,2}{1} = 1,2$$

$$k_i = \frac{0,9 \cdot L}{k_p} = \frac{0,9 \cdot 2}{1,2} = 1,5$$

$$k_d = \frac{0,5 \cdot L}{k_p} = \frac{0,5 \cdot 2}{1,2} = 0,83$$

Для оценки качества системы по найденным параметрам регулирования программное обеспечение MATLAB задает структурную схему системы (рис. 8), на основе которой получают переходную характеристику PID-регулируемой системы (рис. 9), по которой определяются основные показатели качества температуры.

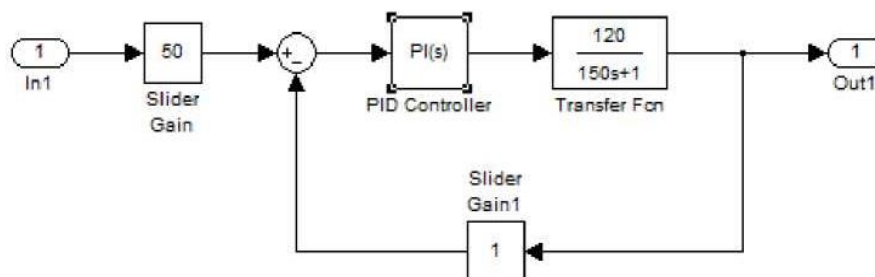


Рис.8. График контролируемой температуры на сушильном барабане.

В ходе анализа переходных свойств системы путем перестройки параметров пи-регулятора по методу Zigler-Nikols на основе графика переходного периода в пакете MATLAB были получены следующие показатели качества системы (рис. 9):

- установившиеся отклонение $y_{og} = 50$ при заданной уставке в 50;
- время регулирования $t_n = 9,95$;
- максимальное перерегулирование $\sigma = 63,5\%$;

- число перерегулирований $\delta=3$;
- максимальное значение регулируемой величины $y_{max}=81,8$.

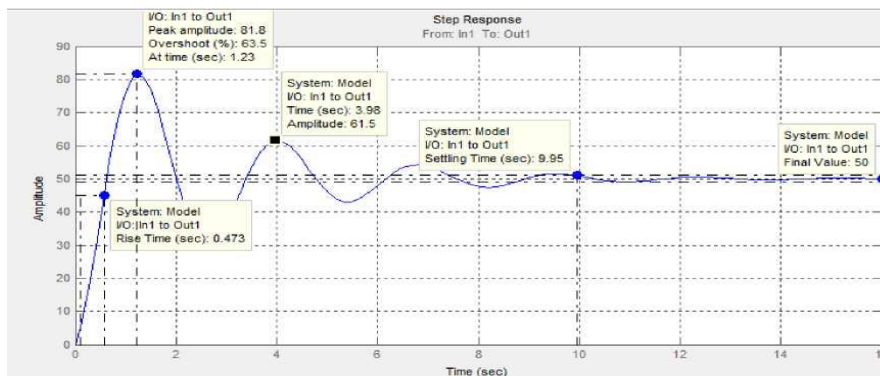


Рис.9. Переходная характеристика системы путем регулирования коэффициентов PID-регулятора методом Siegler-Nikols

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что полученные методом Циглера-Николса регуляторные установки влияют на характер переходного процесса следующим образом: колебания в системе замедляются, перевозбуждение превышает допустимые нормы, что снижает точность работы системы в целом, но эти результаты обоснованы тем, что сам метод базируется только на двух параметрах системы системы.

Метод CHR является критерием максимальной скорости роста за исключением случаев, когда качественный критерий второго метода регулировки исследуемого регулятора CHR (Chien, Hrones, Reswick) (Chien, Hrones, Reswick) не является чрезмерно преувеличенным или чрезмерно превышенным не более чем на 20 процентов, этот метод позволяет получить больший запас устойчивости, чем первый.

Метод CHR дает две различные системы параметров регулятора. Один получается при наблюдении за реакцией на изменение фиксированной точки (табл. 3), второй — при наблюдении за реакцией на внешние возмущения. Выбор системы параметров зависит от приоритетов, которые разработчик устанавливает для того или иного технологического процесса: качества регулирования при изменении заданного значения или смягчении внешних воздействий.

Таблица 3

Формулы расчета нормативных коэффициентов по методу CHR в ответ на изменение настроек

Регулировка	Без преувеличения			С 20-процентным увеличением		
	k_p	T_u	T_v	k_p	T_u	T_v
P	$0,3/a$	-	-	$0,7/a$	-	-
PI	$0,35/a$	$1,2 \cdot L/k_p$	-	$0,6/a$	$1 \cdot L/k_p$	-
PID	$0,6/a$	$1 \cdot L/k_p$	$0,5 \cdot L/k_p$	$0,95/a$	$1,4 \cdot L/k_p$	$0,47 \cdot L/k_p$

В рассматриваемом методе используются те же параметры a и L , что и в методе Zigler-Nikols, но в формулах используются меньшие пропорциональные коэффициенты. Поскольку качество регулирования является приоритетным

фактором для исследуемой системы при изменении заданного значения, поиск поправочных коэффициентов регулятора ограничивается первой системой параметров регулятора при условии завышения на 20 процентов.

Расчет настроек для PID Регулятор методом CHR:

$$k_p = \frac{0,6}{a} = \frac{0,6}{1} = 0,6$$

$$k_i = \frac{1 \cdot L}{k_p} = \frac{1 \cdot 2}{0,6} = 3,33$$

$$k_d = \frac{0,5 \cdot L}{k_p} = \frac{0,5 \cdot 2}{0,6} = 1,66$$

В ходе анализа характеристик перехода системы с заданием параметров с помощью регулятора CHR PID на основе графика переходного периода в корпусе MATLAB были получены следующие показатели качества системы (рис. 10):

- установившиеся отклонение $y_{ог} := 50$ при заданной уставке в 50;
- время регулирования $t_n = 15,7 \text{ sek}$;
- максимальное перерегулирование $\sigma = 65\%$;
- число перерегулирований $\delta = 3$;
- максимальное значение регулируемой величины $y_{max} = 82,5$.

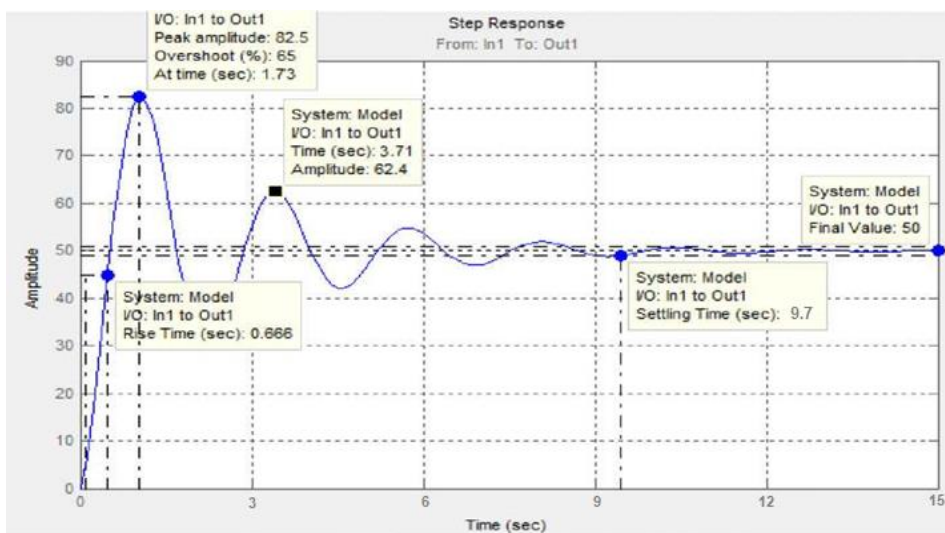
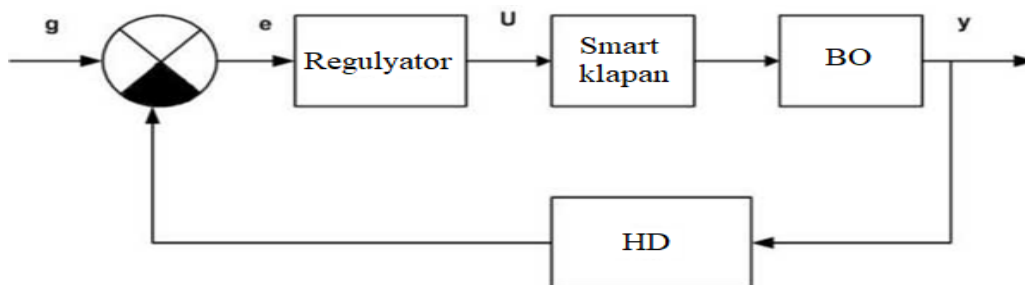


Рис.10. PID-регуляторные коэффициенты в методе CHR переходная характеристика системы через настройку

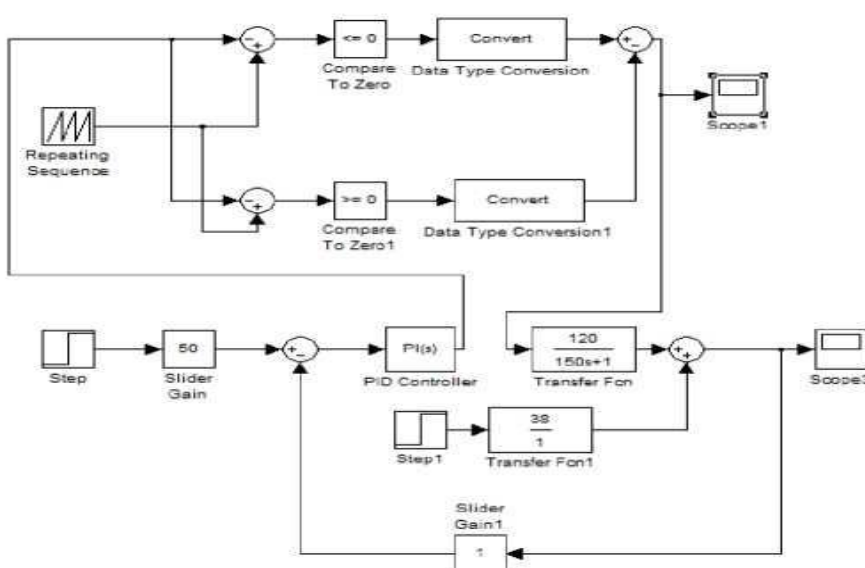
Данный анализ позволяет сделать вывод о том, что настройки регулятора, полученные методом CHR, влияют на характер протекания процесса следующим образом: колебания в системе, как и в предыдущем методе, затухают медленно, перегрузки также превышают допустимые нормы, время регулирования

увеличивается, что снижает не только точность работы системы, но и ее качество.

Широтно - импульсная модуляция формируется на основе сигнала-в этой работе сигнал от датчика температуры формируется на основе вспомогательных индикаторов. Амплитуда сигнала выбирается в соответствии с диапазоном изменения управляющего сигнала PID -регулятора от -255 до 255. Выбор частоты определяется в ходе эксперимента по следующим принципам: схема вспомогательного сигнала не будет незначительной, так как это повлияет на частоту, что может привести к скорому выходу из строя контактов; большое значение схемы не гарантирует правильной замены реле в технологическом процессе. Сигнал моделирует напряжение, в данном случае максимальное напряжение составляет 5 В, а минимальное-0 в, что определяется спецификациями микроконтроллера. В процессе модуляции изменяется ширина импульса, т. е. длительность времени включения, выключения прибора, что в данном эксперименте обеспечивает работа нагревательного элемента. На основе общей структурной схемы систем с использованием модуляторов данного типа, показанной на рис.11, построена модель широтно-импульсной модуляции и PID -регулятора в пакете MATLAB (рис. 12).



**Рисунок 11. Широтно-импульсная модуляция системы и
Схема с использованием PID-регулятора**



**Рис.12. Широтно-импульсная модуляция структурирована в пакете MATLAB и
Схема с использованием PID-регулятора**

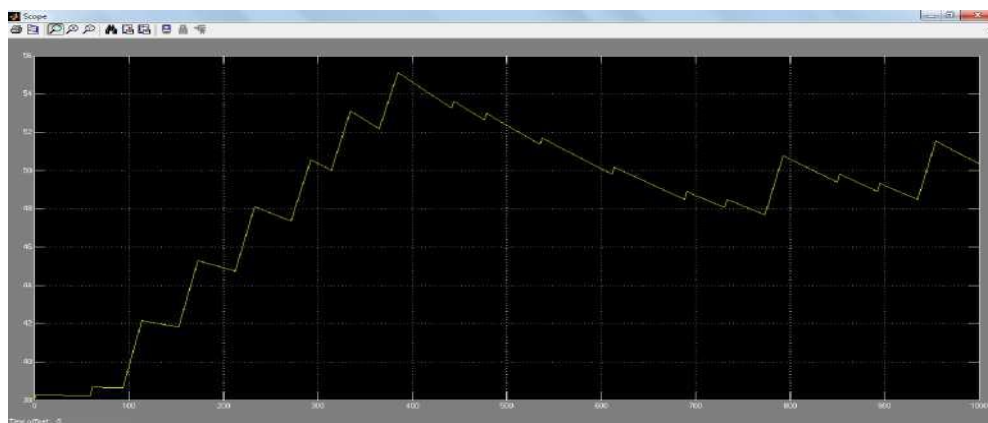


Рис.13. Широко-импульсная модуляция и PID-регуляторная характеристика переходных процессов.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной как «Интерфейс Scada системы контроля температуры в сушильном барабане. Расчет экономической эффективности, полученной от внедрения Scada-системы», указано, что поскольку основной функцией использования пакета SCADA является регулирование температуры в сушильном барабане, разрабатываемая программа должна корректировать коэффициенты по закону PID-регулирования; контролировать температурные настройки; Распределение газа через интеллектуальный клапан; регулировка входных значений температуры, выходного сигнала с помощью PID-регулирования трендовой схемы модуляции.

В разрабатываемом коде для предоставления задач и установления связи между Arduino и платой MasterSCADA и сервером masteropc, это стандарт связи, который поддерживает взаимодействие между полевыми устройствами, контроллерами и приложениями Master пакетов, установлена связь с портом, к которому подключен микроконтроллер, частота запросов составляет 115200, потому что регистрация чтения доски происходит с одинаковой частотой, время отклика и время запроса составляет 500 мс, Таким образом, настройка OPC сервера завершена.

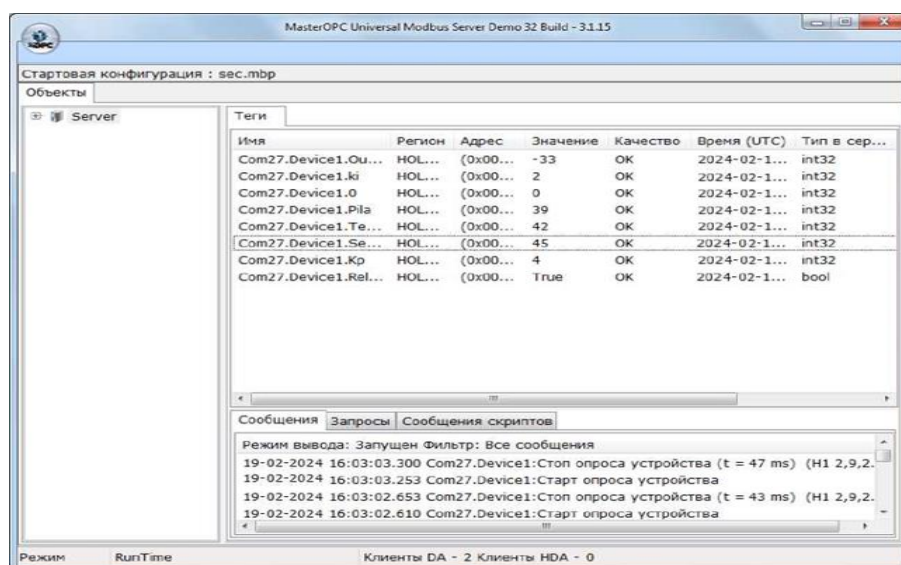


Рис.14. Процесс обмена данными между микроконтроллером и OPC-сервером через программное обеспечение Masteropc

В связи с тем, что на производстве безопасность управления системами SCADA осуществляется за счет снятия оператора с пульта дистанционного управления технологическим процессом, дифференциации прав доступа, шифрования, конфиденциальности протоколов связи, а также использования протоколов безопасности, неотъемлемой задачей разработчика таких систем является детальная визуализация технологического процесса, помогающая оператору правильно управлять системой.

Основными инструментами визуализации в пакетах SCADA являются использование трендов, графических индикаторов, установщиков и кнопок, которые позволяют отображать значения любых значений, а также перемещаться между их объектами. Используя тренд, позволяющий в режиме реального времени наблюдать за изменением температурных значений, можно получить информацию о процессе изменения коэффициентов переключения в зависимости от изменения, заданных оператором точек регулирования, а также о состоянии выключения и работы системы.

На основе файла конфигурации, который связывает сервер OPC и плату микропроцессора Raspberry Pi 5, в проект, разработанный в Mastersca, вводятся переменные, и с помощью элементов палитры, описанных выше, разрабатывается проект, который выполняет функции настройки и визуализации процесса, показанные на рисунке 15.

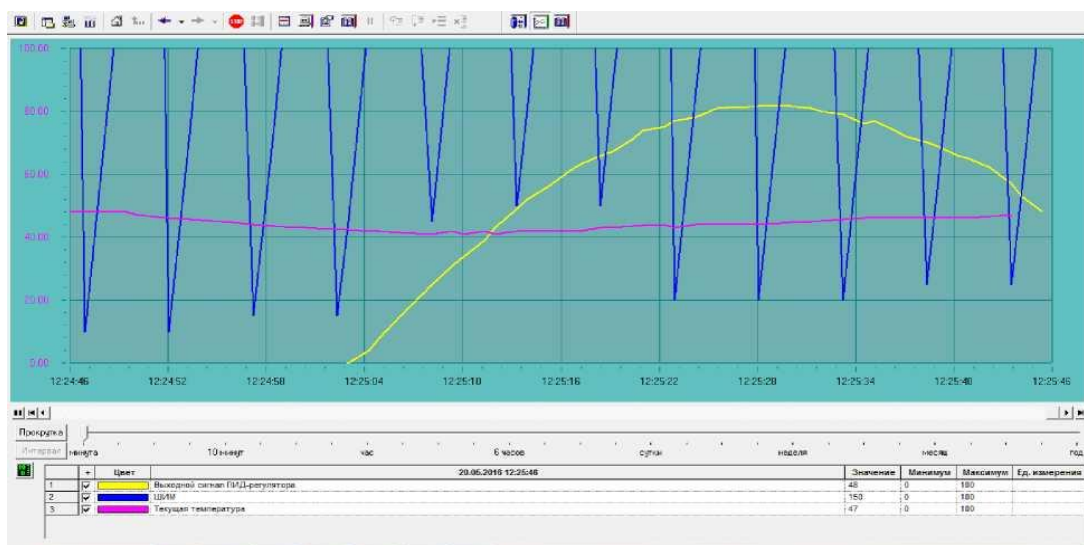


Рис.15 - Тренд сигнала PID-регулятора, сигнала ШИМ и текущего значения температуры в агенте

Интерфейс SCADA. Создан интерфейс для удобного дистанционного управления системой. Мнемосхема объекта управления (рис.16) имеет три регулятора: точки регулирования, передаточный коэффициент регулятора, коэффициент постоянного интегрирования; отображается в виде индикатора состояния сушильного агрегата; значение текущей температуры, кнопку, обеспечивающую переход от ПИД-регулятора к заданному тренду выходного сигнала.

Поскольку рассматриваемая система регулировки предназначена для внедрения в производство, при ее использовании были разработаны такие

элементы управления системы SCADA, как остановка системы, смена оператора, вызов журнала событий с ограниченным доступом.



Рис.16. Основной интерфейс системы SCADA

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. В результате анализа литературы и научных исследований выяснилось, что основными недостатками рекомендуемых сушильных аппаратов являются их низкая эффективность работы и относительно низкая температура сушильного агента для сушки хлопкового сырья.

2. В результате проанализированной научной работы были определены дальнейшие задачи, подлежащие выполнению в диссертационной работе, исходя из имеющихся недостатков в сушке хлопкового сырья.

3. Разработана математическая модель технологического процесса сушки хлопкового сырья с использованием системы Scada;

4. Разработан режим моделирования управления техническими параметрами сушильного барабана с помощью программы Matlab;

5. Проанализированы результаты экспериментов, проведенных по определению влажности хлопчатобумажной массы;

6. Получение временной характеристики системы путем корректировки коэффициентов ПИД-регулятора осуществлялось двумя способами;

7. Интерфейс SCADA-системы был сформирован в двух различных (контроллер-оператор) представлениях.

8. Вероятность базового перехода из класса в класс составляет 1,3%; После внедрения системы SCADA вероятность перехода с марки на марку составляла 0,2%.

9. Внедрением системы SCADA для обработки 16 000 тонн хлопка с влажностью до 12-16 %, не в пределах 225-245 °С, а в диапазоне 100-110 °С на основании установленной нормы, достигнута экономия 13 000 кубометров газа при первичной переработке 16 000 тонн хлопка.

10. В результате внедрения в производство предлагаемой системы сушки хлопкового сырья ее экономическая эффективность составит 228 363 тыс. сумов в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/30.09.2023.T.66.01
ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT THE
NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY

DEDAKHANOV AKRAMJON ALTMISHBOEVICH

**CREATING A SCADA SYSTEM OF TEMPERATURE CONTROL IN THE
DRYING DRUM DURING THE DRYING PROCESS OF COTTON RAW
MATERIALS**

05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics and robotics systems

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Namangan–2025

The topic of the dissertation Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under No. B2023.4.PhD/T4214.

The dissertation was completed at the Namangan state technical university.

The abstract of the dissertation is available in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is posted on the website of the Scientific Council (www.namdtu.uz) and on the Information and Educational portal "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Scientific adviser:	Muradov Rustam Muradovich Doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Sharibayev Nosir Yusupjanovich Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor Yuldashev Kozimjon Komiljonovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Leading organization:	Jizzakh Polytechnic Institute

The defense of the dissertation will take place on 27 september 2025 y. at 12:00 o'clock at a the meeting of scientific council PhD.03/30.09.2023.T.66.01 at Namangan state technical university (Address: 160115, city of Namangan, str. Kasansay-7, administrative building of Namangan state technical university, 1 st floor, small meeting room, tel. (69) 228-76-68, a fax: (69) 228-76-75, e-mail: niei_info@edu.uz)

The dissertation could be reviewed at the Information-resource center (IRC) of Namangan state technical university (registration number 61). Address: 160115, city of Namangan, str. Kasansay-7, tel. (69) 228-76-68.

Abstract of the dissertation sent out on 10 September 2025 year.
(mailing report 37/3, 4 July 2025 year).

A.Mahkhamov
Chairman of the Scientific Council on
award of scientific degrees, doctor of
technical sciences, docent

Sh.Mahsudov
Scientific secretary of the Scientific
Council awarding scientific degrees,
Doctor of philosophy in technical
sciences, associate professor

U.Yeshbayeva
Chairman of the academic seminar
under the scientific Council
awarding scientific degrees, doctor
of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research. The development of a SCADA system for controlling the temperature of the drying drum used for cotton raw material drying, and justifying its positive impact on product quality.

Tasks of the research:

The implementation of a SCADA system for controlling the temperature during the cotton raw material drying process, aimed at preserving the natural properties of fibers and developing energy-efficient technology. To achieve this goal, the following research tasks are planned:

analysis of the high-temperature parameters in the technological process of cotton raw material drying on the drying drum, considering product quality indicators;

review of the modern state of drying equipment for cotton raw materials and the significance of these devices in the drying process, based on previous scientific research;

development of a mathematical model for the drying technological process of cotton raw materials equipped with a SCADA system;

creation of a simulation model using MATLAB to control the technological parameters of the drying drum;

adjustment of PID controller coefficients to obtain the system's temporal response;

design of the main interface of the SCADA system and system control through software tools.

Subject of research. Automation of temperature control in drying drums used for drying raw cotton materials.

Methods of research. The study employed mathematical calculations, principles of theoretical mechanics, statistical analysis methods, and experimental design techniques. Additionally, methodologies outlined in existing normative documents were utilized to ensure the accuracy and validity of the research.

The scientific novelty of the research is as follows:

an automatic system has been developed to detect the moisture content of raw cotton entering the drying drum, and a database has been created to select the appropriate hot air temperature from the drying unit's output based on these values.

an automated SCADA-based auxiliary air supply system has been designed to adjust the drying unit's temperature parameters for high humidity levels, enabling precise regulation based on moisture content data.

a energy-efficient drying technology has been developed, which preserves the natural properties of fibers by accurately selecting the temperature during the drying process of raw cotton based on moisture data stored in the database.

a simulation model for controlling the technological parameters of the drying drum has been constructed to ensure uniform distribution of hot air from thermal generators along the working zone of the drying drum, thereby achieving consistent heating conditions.

Implementation of research results. Based on the results obtained from research conducted using an automated drying device applied to raw cotton, initial requirements

for the drying equipment were confirmed through a SCADA system ("O'zto'qimachilik sanoat" Association registered the data on 24.10.2024 under No. 03/25 – 2863). As a result, the development of an energy-efficient drying device that preserves the natural properties of the fibers has been made possible.

The drying apparatus equipped with a SCADA system has been implemented at the "Turakurgan Cotton Cleaning" enterprise under the "Namangan To'qimachilik Cluster" LLC in Namangan region ("O'zto'qimachilik sanoat" Association registered this information on 24.10.2024 under No. 03/25 – 2863). This implementation has led to a 20-30% improvement in maintaining the natural qualities of the fibers, as well as a reduction in natural gas consumption by up to three times.

The structure and scope of the dissertation. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 119 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I.bo'lim (I часть; I part)

1. A.O.Dedaxanov. Moisture distribution during the cotton raw material drying process // Neo Science Peer Reviewed Journal, Volume 26, October – 2024, p. 22-27. ISSN :2949-7701. (SJIF 2024: 6.784).

2. A.O.Dedaxanov. Dry cotton in cotton cleaning enterprises, fiber wetting technique and technology // Web of Technology: Multidimensional Research Journal, Volume 2, Issue 10, October 2024, 2938-3757, p. 44-46. (IFSIJ JIF: 7.425).

3. A.O.Dedaxanov. Chigitli paxtani barabanli quritgichi texnologiyasi // Наманган муҳандислик-қурилиш институти. Механика ва технология илмий журнали. 2023 й., №4 махсус сон, 142-147 бетлар. ISSN 2181-158X, (05.00.00. №79;).

4. A.O.Dedaxanov. Paxta homashyosini quritishga sarf bo'ladigan yoqilg'ini aniqlash // Namangan muhandislik-qurilish instituti mexanika texnologiya ilmiy jurnali, 2024-y. №4, 208-212 betlar. ISSN 2181-158X, (05.00.00. №79;).

5. A.O.Dedaxanov. Paxtani quritish jarayonida scada tizimi orqali quritish barabanidagi temperaturani rostlash qonunlari // Namangan muhandislik-qurilish instituti mexanika texnologiya ilmiy jurnali, 2024-y. №4 maxsus son, 204-209 betlar. ISSN 2181-158X, (05.00.00. №79;).

6. A.O.Dedaxanov. Improving the efficiency of cotton cleaning in cotton cleaning enterprises // NamDU ilmiy axborotnomasi-2022-yil maxsus son, ISSN:2181-0427, 542-545 betlar (01.00.00. №14).

7. A.O.Dedaxanov. Technique and technology of soaking cotton, fiber in cotton cleaning enterprises // NamDU ilmiy axborotnomasi-2022-yil maxsus son, ISSN:2181-0427, 545-550 betlar (01.00.00. №14).

II. bo'lim (II часть; II part)

8. A.O.Dedaxanov. Theoretical foundations of cotton drying technology // International conference in turkey. theory and analytical aspects of recent research. International scientific-online conference Part 28: AUGUST 9th 2024, p.80-83.

9. A.O.Дедаханов. Распределение влаги в процессе сушки хлопкового сырья // Belarus International scientific-online conference "International scientific research conference", Part 27. October 19th, Colletions of scientific works, Minsk-2024, p. 22-25.

10. A.O.Dedaxanov. Yaratilgan dasturni testlash usullari // Yangilanayotgan O'zbekistonning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishida yoshlarning o'rni mavzusidagi xalqaro anjuman, NamDU 2022, 15-iyun.

11. A.O.Dedaxanov. Paxta xom ashyosini quritish jarayonida, uning namligi taqsimlanishini ahamiyati // Namangan muhandislik-texnologiya instituti "Informatsion texnologiyalar va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirishda nanofizika va

fotoenergetika sohalarining zamonaviy muammolari va yechimlari" xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. Namangan, 25-26-oktabr 2023-yil, 279-281 betlar.

12. A.O.Dedaxanov. Quritishning texnologik jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillar // Namangan muhandislik-texnologiya instituti "Informatsion texnologiyalar va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirishda nanofizika va fotoenergetika sohalarining zamonaviy muammolari va yechimlari" xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. Namangan, 25-26-oktabr 2023 yil, 281-284 betlar.

13. A.O.Dedaxanov, R.M.Muradov. Quritish barabani tarkibiy qismlarining hisobi // Namangan muhandislik-texnologiya instituti "Informatsion texnologiyalar va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirishda nanofizika va fotoenergetika sohalarining zamonaviy muammolari va yechimlari" xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. Namangan, 25-26-oktabr 2023 yil, 603-605 betlar.

14. A.O.Dedaxanov, R.M.Muradov. Quritish barabani bo'yicha asosiy hisoblarni bajarish // Namangan muhandislik-texnologiya instituti "Informatsion texnologiyalar va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirishda nanofizika va fotoenergetika sohalarining zamonaviy muammolari va yechimlari" xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. Namangan, 25-26-oktabr 2023 yil, 605-607 betlar.

15. A.O.Dedaxanov, R.M.Muradov. Paxtani quritishning texnika va texnologiyalarining hozirgi holati // Namangan muhandislik-qurilish instituti, "fan va innovatsiya – 2023: Rivojlanish va ustuvor yo'nalishlari" Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi Namangan, 20-22 oktabr, 2023-yil, 605-607 betlar.

16. A.O.Dedaxanov. Paxta xomashyosini quritish // "Urganch davlat universiteti o'zbekistonda to'qimachilik sanoatini rivojlantirishning muammolari va innovatsion yechimlari" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. URGANCH, 17-18 noyabr, 2023-yil.

17. A.O.Dedaxanov. Paxtani quritish jarayonida nam havoning asosiy ko'rsatkichlari // Namangan to'qimachilik sanoati instituti "Tikuv-trikotaj sanoatidainnovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari" mavzusida Respublika ilmiy amaliy konferensiyasi maqolalari to'plami 2-tom 27-28 mart 2024-yil, 268-270 betlar.

18. A.O.Dedaxanov, R.Muradov. Paxtani quritish jarayonida havo va uning namligi // Namangan to'qimachilik sanoati instituti "Tikuv-trikotaj sanoatidainnovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari" mavzusida Respublika ilmiy amaliy konferensiyasi maqolalari to'plami 2-tom 27-28 mart 2024-yil, 268-270 betlar.

19. A.O.Dedaxanov, R.G'.Raximov. Paxtani dastlabki qayta ishlash jarayonida quritish tizimining tahlili // Ta'limda raqamli texnologiyalarni tadbiq etishning zamonaviy tendensiyalari va rivojlanish omillari. 38-son Dekabr 2024-yil, 61-71 betlar.

20. A.O.Dedaxanov, R.Muradov. "Chigitli paxta, tola va chigitning namligini hisoblash" // O'zR adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi, EHMuchun yaratilgan dasturiy guvohnoma. № DGU 17861, 25.07.2022

21. A.O.Dedaxanov. Paxtaning tozalik samaradorligini aniqlash usuli // O‘zR adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi, EHM uchun yaratilgan dasturiy guvohnoma. № DGU 22260, 17.02.2023.

22. A.O.Dedaxanov. Paxta tozalash korxonasining ishlab chiqarish quvvatini aniqlash // O‘zR adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi, EHM uchun yaratilgan dasturiy guvohnoma. № DGU 22265, 17.02.2023.

23. A.O.Dedaxanov. Quritish uskunasi foydali ish koeffitsientini hisoblash // O‘zR adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi, EHM uchun yaratilgan dasturiy guvohnoma. № DGU 22261, 17.02.2023.

24. A.O.Dedaxanov. Paxtani quritish jarayonini adaptiv boshqarish tizimi // O‘zR adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi, EHM uchun yaratilgan dasturiy guvohnoma. № DGU 35389, 28.03.2024.

Avtoreferat Namangan davlat texnika universiteti
Ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz tillaridagi
matnlari mosligi tekshirildi (08.09.2025 y.).

Bosishga ruxsat etildi: 08.09.2025 yil.
Bichimi 60x841/16, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 4. Adadi: 100. Buyurtma: №815
NamMTI bosmaxonasida chop etildi.
Namangan shahri, Kosonsoy ko'cha, 7-uy.

