

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.2019.Т.03.02 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

УЛЖАЕВ ЭРКИН

**МАШИНА-ТРАКТОРЛИ АГРЕГАТЛАРНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН-
ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРИНИ НАЗОРAT ВА ДИАГНОСТИКА
ҚИЛУВЧИ МАСОФАВИЙ ТИЗИМ**

05.03.01 – Асбоблар. Ўлчаш ва назорат қилиш усуллари (техника фанлари)

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации
Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Улжаев Эркин

Машина-тракторли агрегатларнинг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилувчи масофавий тизим.....3

Улжаев Эркин

Дистанционная система контроля и диагностирования эксплуатационно-технологических параметров машинно-тракторных агрегатов.....29

Uljaev Erkin

Remote system for monitoring and diagnosing operational and technological parameters of machine-tractor aggregates55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works59

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.2019.Т.03.02 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

УЛЖАЕВ ЭРКИН

**МАШИНА-ТРАКТОРЛИ АГРЕГАТЛАРНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН-
ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРИНИ НАЗОРAT ВА ДИАГНОСТИКА
ҚИЛУВЧИ МАСОФАВИЙ ТИЗИМ**

05.03.01 – Асбоблар. Ўлчаш ва назорат қилиш усуллари (техника фанлари)

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.2.DSc/T343 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ва “ZiyoNet” ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Игамбердиев Хусан Закирович

техника фанлари доктори, профессор, академик

Расмий оппонентлар:

Гулямов Шухрат Манапович

техника фанлари доктори, профессор

Назаров Абдулазиз Муминович

техника фанлари доктори, профессор

Плахтиев Анатолий Михайлович

техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Тошкент темир йўл муҳандислари институти

Диссертация химояси Тошкент давлат техник университети ҳузуридаги DSc.03/30.2019.T.03.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил “13” “06” соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел: (99871) 246-46-00, факс: (99871) 227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (150 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел.: (99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2020 йил “06” “06” кuni тарқатилди.
(2020 йил “01” “06” даги 6 рақамли реестр баённомаси)



Н.Р. Юсупбеков

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси,
т.ф.д., профессор, академик

У.Ф.Мамиров

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

У.Т.Мухамедханов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда энерго- ва моддий сарф-ҳаражатларни тежовчи юқори сифатли маҳсулотларни ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш мақсадида янги усуллар, техник воситалар, турли ўлчов асбоблари, назорат, диагностика ва бошқаришнинг масофавий тизимларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Саноат ва қишлоқ хўжалиги ривожланган мамлакатларда етиштирилган маҳсулотларни, масалан пахтани сифатли йиғиб олиш ишларини амалга оширишда назорат қилувчи техник воситаларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу боис, пахтани сифатли териб олишга таъсир этувчи пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш асбобларини ишлаб чиқиш муҳим вазифа ҳисобланади.

Жаҳонда назорат қилинадиган объектларнинг турли параметрлари, хусусиятлари ҳақида аниқ маълумотларни олиш ҳамда мураккаб иқлимий, рельефли ва агрессив шароитларда ишлайдиган асбоблар ва техник воситаларнинг ҳолатини назорат ва диагностика қилиш тизимини ишлаб чиқиш бўйича кенг миқёсдаги илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу сабабдан, метрологик тавсифларга, маълумотларнинг юқори аниқлиги ва ҳақиқийлик талабларига жавоб берувчи, назорат қилинадиган объектларнинг ишлаш ишончилиги бўйича назорат ва диагностика қилувчи тизимларнинг технологик параметрларини тезкор ўтказилишига имкон берувчи усуллар ва техник воситаларни ишлаб чиқиш долзарб вазифа ҳисобланади.

Республикамизда динамик объектларнинг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш, уларни бошқариш бўйича инновацион технологияларни жорий этиш, тегишли техник воситалар ва усулларни ишлаб чиқилишига алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан: "... саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш бўйича жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали янада модернизация ва диверсификация қилиш"¹. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан машина-тракторли агрегатларнинг ишлаш режимларини назорат ва диагностика қилиш тизимининг янги интеллектуал мосламалари ҳамда лойиҳалаштириладиган ва ишлаб чиқариладиган маҳаллий қишлоқ хўжалиги машиналари ва жиҳозларнинг унумдорлигини ва сифатини оширувчи замонавий микропроцессорли назорат ва бошқарув тизимлари билан жиҳозлаш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон "Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон "Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида"ги Фармони

Харакатлар стратегияси тўғрисида”ги, 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сон “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон “Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорларида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазибаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» ҳамда IV “Ахборотлаштиришни ва ахборот-коммуникация технологияларни ривожлантириш” устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи².

Харакатдаги ва стационар машиналар, агрегатлар, учувчи аппаратлар, тиббиёт ва энергетика жиҳозлари, машина-трактор агрегатларининг узелларини ишлаши ва эксплуатацион-технологик параметрларини тегишли алгоритмик ва дастурий таъминоти билан масофавий назорат ва диагностика қилиш тизимларини яратишга йўналтирилган илмий тадқиқотлар жаҳоннинг етакчи илмий марказларида ва олий таълим муассасаларида, жумладан General Electric Transportation (АҚШ), LIEF халқаро лабораториясида, Hitachi, Mitsubishi Electric (Япония), Institute of Communications Tehnology Hannover, Siemens, AEG, SEL., Брауншвейг техника университети (Германия), Vaumbardier transportations (Канада-Швеция), Wecan Argotexservis (Жанубий Корея), Chinese Association of Automation (Хитой), Н.Э.Бауман номидаги Москва давлат техник университетида, Москва транспорт муҳандислари институти, машина-тракторли агрегатларни синаш бўйича Кубань илмий-тадқиқот институти, қишлоқ хўжалигини электрификациялаш ва механизациялаш Санк-Петербурги институти, машина ва агрегатларни автоматлаштириш бўйича Беларус конструкторлик бюросида кенг қамровли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Ноаниқликлар шароитларида динамик объектларни назорат қилиш ва бошқариш жараёнларини интеллектуаллаштириш моделлари, усуллари ва алгоритмларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш бўйича жаҳонда ўтказилган тадқиқотлар натижасида қуйидагилардан иборат бир қатор натижалар олинган: учувчи аппаратларни бошқаришнинг интеллектуал борт тизими (Jonson Space Centre, АҚШ); автомобилларда микроклимни бошқаришнинг интеллектуал тизими (Hitachi, Япония); экспериментал тиббиёт тизими (Kawasaki Medikal School, Япония); Нанвоку метрополитен линияси поездлар ҳаракатланишини бошқариш тизими (LIEF халқаро лабораторияси, Япония), интеллектуал роботлар (Ibraki University, Япония);

² Диссертация мавзуси бўйича илмий тадқиқотларнинг шарҳи қуйидагилар асосида тузилган: <http://www.works.doklad.ru>, <http://www.refdt.ru>, <http://www.km.ru>, <http://osp.ru/os>, http://www.cataarc.ac.cn/ac_en, <http://en.caa.org.cn/>, <https://www.springer.com/gp/book/9783319620411> ва бошқа манбалар.

интеллектуал микроконтроллерлар (Department of Electron and intelligent System, АҚШ); автоматик назорат, бошқариш ва ҳайдовчини хабардор қилиш тизими билан жиҳозланган JohnDeere, CaseIH, CLAAS, Massey-Ferguson, Ford, WhiteStagier, FIATagri, Renault, KHD, Fendt, Mercedes-Benz тракторлари; DickeyJohn, TRW, Micro-Track, LNAgro, BDS Technology, JohnDeere ихтисослаштирилган тракторлари ва қишлоқ хўжалиги машиналарининг алоҳида параметрларини автоматик назорат қилишнинг тизимлари; Vision Trac. John Deere компаниясининг дон ва шоли йўқотишларини камайтириш ва сифатини оптималлаштириш учун комбайнни интерактив бошқариш (ICA) тизими; БК402 русумли электрон-ҳисоблаш машинаси.

Дунёда замонавий ахборот технологияларнинг ютуқларини жалб этган ҳолда машина-тракторли агрегатларнинг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиниши масофавий тизимларни ишлаб чиқиш бўйича қатор истиқболли йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда, жумладан: таянч маълумотларнинг ноаниқликларини ҳисобга олган ҳолда математик моделлари ва технологик жараёнларнинг параметрларини назорат қилиш ва бошқариш жараёнларини интеллектуаллаштириш алгоритмларини ишлаб чиқиш; горизонтал-шпинделли йиғиштирувчи аппаратларнинг динамик жараёнларни моделлаштириш; агросаноат комплекси ва унинг техник сервисини ривожланиш; агросаноат комплекси учун машиналар тизимини оптималлаштириш ва қишлоқ хўжалигини электрификациялаш; тадқиқ этиладиган тизимнинг ташқи ва ички маълумотларини ноаниқликлар шароитларида юқори самарадорликка ва унумдорликка эга пахта териш аппарати ишчи органларини яратиш ва бошқалар.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Назарий ва амалий вазифаларни тадқиқ этилишининг масалалари шуни кўрсатдики, бугунги кунда кўчма ва стационар характерга эга объектларни диагностика қилиш тизимларини тадқиқ этиш ва яратиш соҳасида муайян муваффақиятларга эришилган. Дунё тадқиқотларининг натижалари бўйича турли объектларнинг технологик параметрларини назорат қилиш ва сигналлаштириш тизимларини ишлаб чиқиш ва яратиш назарияси ва амалиётининг ривожланишига А.А.Андреев, М.М.Арановский, М.М.Арашевский, В.С.Бурцев, Е.Н.Вавилов, Э.Э.Гасанов, С.П.Гельфенбейн, С.А.Гинзбург, Ю.В.Гуляев, С.А.Иофинов, Б.Г.Лазеров, В.А.Павлык, Е.И.Пийл, Г.Н.Портной, А.И.Репин, А.Н.Савельев, В.Р.Сабанин, С.И.Самойленко, Ch.W.Bachman, D.Ritchi, E.F.Codd, C.J.Date, AlanTurin, E.N.Gilbert, R.C.Bose, DanishJamil, Д.А.Голушко, А.С.Макаров, Р.О.Изерман, Орлов, А.Е.Стецюк каби хорижий олимлар катта ҳисса қўшдилар.

Турли объектларнинг параметрларини автоматик назорат қилиш, сигналлаштириш ва бошқариш тизимлари маълумотларини ҳаққонийлаш назариясини ривожлантириш ва амалий яратишда А.Д.Абдазимов, И.Н.Азаров, С.Р.Аликулов, В.В.Байдюк, Т.Ф.Бекмуратов, А.Д.Глущенко, Ю.В.Гроховский, И.П.Гельфенбейн, Ш.М.Гулямов, Х.З.Игамбердиев, М.М.Камилов, А.И.Корсун, А.Р.Марахимов, Р.М.Матчанов, М.М.Мусаев, М.М.Мухиддинов, А.Ризаев, А.С.Садриддинов, М.Т.Тошболтаев,

Ю.Г.Шипулин, Н.Р.Юсупбеков каби мамлакатимиз олимлари катта ҳисса қўшганлар. Шу билан бирга, илмий нашрларда машина-тракторли агрегатларнинг ишчи узелларини ишлаши ва уларни диагностикалаш математик моделларини яратиш масалалари, узелларнинг ишчи параметрларини масофавий назорат қилиш, унинг ҳолатини диагностикалаш ва бошқариш тизимини интеллектуал алгоритмлари, тўлиқ ноаниқликлар шароитларида ҳосилни йиғиб олувчи машиналарнинг сифати ва унумдорлигини ошириш бўйича истиқболли усуллар етарлича кўриб чиқилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқотлари Тошкент давлат техника университетининг илмий тадқиқот ишлари режасининг ОТ-Ф1-080-сон “Мураккаб технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни бошқарадиган интеллектуал тизимларнинг қурилиш концепцияси ва принципларини ишлаб чиқиш” (2007-2011), Ф-4-56-сон “Ноаниқли-кўп сонли тақдимотлар асосида мураккаб технологик объектларини интеллектуал бошқарув тизимларини тузилмавий-параметрик синтез қилишнинг назарий асослари ва усулларини ишлаб чиқиш” (2012-2016), ИОТ-2015-4-5-сон “Пахта машина-трактор агрегатларининг фойдаланилишли ва технологик жараёнларини назорат қилиш ва сигналлаштириш микропроцессорли борт тизимининг тажриба намунасини жорий қилиш (ТТЗ-811 русумли трактор базасидаги МХ-1,8 пахта териш машинаси мисолида)” (2015-2017) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади пахта териш машиналарининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилишнинг масофавий назорат тизими ва унинг дастурий таъминотини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг вазифалари:

асосий назорат ва диагностика қилинадиган эксплуатацион-технологик параметрларни асослантириш ва танлаш;

пахтани териш машиналарининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилишнинг масофавий назорат тизимини локал ва умумлаштирилган тузилмавий, принципиал схемаларини синтез қилиш;

пахта териш машиналарининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш аниқлигини оширувчи усулларни ишлаб чиқиш;

назорат ва диагностика қилиш датчикларини ўрнатиш жойларини ишлаб чиқиш, танлаш ва асослантириш;

объектларнинг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш масофавий тизимининг алгоритмик ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш;

илмий тадқиқотларнинг олинган натижалари асосида назорат ва диагностика қилиш масофавий тизимининг тажриба намунасини ишлаб чиқиш;

пахта териш машиналари параметрларини назорат ва диагностика қилувчи тизимни хатоликларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти масофавий тизимнинг техник воситалари, пахта териш машиналарининг эксплуатацион-технологик параметрларини, узеллар ишини назорат ва диагностика қилиш алгоритм ва усуллари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети этиб, назорат ва диагностика қилиш усуллари ва алгоритмлари, назорат ва диагностика қилиш масофавий тизимнинг техник воситалари ва унинг қурилиш тузилмаси ҳисобланади.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида тизимли таҳлил, мантиқий алгебранинг математик аппарати, тузилмавий оптималлаштириш, технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш ҳамда ўлчовлар хатолигини баҳолаш усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

таянч маълумотларни ноаниқликлар шароитларида бул функцияларини қўллаш асосида пахта териш машиналарининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилишнинг математик моделлари ва алгоритмлари ишлаб чиқилган;

кириш бошқарув сигналлари, қўзғатувчи таъсирлар ва ички ишчи узелларнинг ҳолатига кўра пахта териш машиналарининг сифат кўрсаткичларига баҳо берувчи мантиқий математик модели ишлаб чиқилган;

машина-тракторли агрегатларнинг иш режимларини назорат ва диагностика қилиш интеллектуал алгоритмлари ишлаб чиқилган;

пахта териш машиналарининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш бўйича ишлаб чиқилган тизимнинг борт ва аппаратли қисмлари орасида маълумотлар тезкор алмашинувини таъминловчи алгоритмлар ишлаб чиқилган;

пневмотранспорт камерасининг ҳолатини, шпинделлар ва вентиляторларнинг айланиш тезлигини ҳисобга олувчи пахта териш машиналарининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш тизимининг математик модели ишлаб чиқилган;

айланиш тезлигига, қурилманинг ишлаш частотаси ва айланувчи механизмнинг сезувчан элементларининг миқдорига боғлиқ бўлган, айланувчи механизмларнинг тезлигини назорат қилишнинг муҳандислик услубияти ишлаб чиқилган;

пахта териш машинасининг эксплуатацион шароитларига мос равишда машина-тракторли агрегатларнинг мажмуавий эксплуатацион кўрсаткичларини назорат қилиш ва қайд этиш бўйича масофавий тизим учун дастурий симулятор ишлаб чиқилган;

пахта териш машинасининг ишчи режимларини назорат қилувчи ва бошқарувчи интеллектуал ахборот-ўлчов тизими таклиф этилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

машина-тракторли агрегатларнинг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш бўйича масофавий тизим ишлаб чиқилган;

пахта териш машиналарининг эксплуатацион-технологик параметрларини тезкор назорат қилиш ва башоратлаш, оператор учун мақбул бўлган кўринишда уларни намойиш этиш, носозликлар сабаблари ҳақида хабарларни бериш, ишлаш ишончилигини оширишга имкон берувчи алгоритмлар ва дастурий воситалар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги ишлаб чиқилган назорат ва диагностика қилиш масофавий тизими ва яратилган математик моделнинг адекватлиги ҳамда тажриба синовлари натижаларини замонавий усуллар ва воситаларни қўллаш орқали олинган назарий ва экспериментал тадқиқотларни натижаларига мувофиқлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти мантиқий алгебра математик аппаратини қўллашга асосланадиган назорат ва диагностика қилиш масофавий тизимлари қурилишининг илмий-назарий асосларини такомиллаштирилиши, қўшимча назорат сигнали ва узатиладиган ахборотларни такрорлаш орқали ноаниқ диагностик функцияларни чиқариб ташлашга асосланган назорат қилинадиган параметрларнинг ҳолатини назорат ва диагностика қилиш аниқлигини ошириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти пахта териш машиналарининг технологик параметрларини назорат қилиш бўйича ишлаб чиқилган масофавий тизимнинг қўлланилиши, уларнинг унумдорлигини 5% гача ошириш билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Пахта териш машинасининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

пахта териш машиналарининг шпинделлари айланиш тезлигини назорат қилувчи қурилмасига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтиро патенти олинган (№IAP 05526, 2014 й.). Натижада пахта териш машинаси ишчи узелларининг носоз ишлаши ҳисобига ҳосил бўладиган пахта исрофининг камайишига имкон берган;

таянч маълумотларни ноаниқликлар шароитида буль функциясини қўллаш асосида пахта териш машиналарининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш бўйича ишлаб чиқилган математик моделлари ва алгоритмлари «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзагротехсаноатхолдинг» АЖнинг 2020 йил 2 июндаги 03-07/1027-сон маълумотномаси). Натижада пахта териш машинасининг ишлаш ва технологик параметрларини аниқлик билан бошқарувчи мосламани яратишга имкон берган;

машина-тракторли агрегатларнинг иш режимларини назорат ва диагностика қилиш учун ишлаб чиқилган интеллектуал алгоритмлар «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Узагротехсаноатхолдинг» АЖнинг 2020 йил 2 июндаги 03-07/1027-сон маълумотномаси). Натижада машина-трактор агрегатлари ишини мониторинг қилиш ва диагностика қилиш учун ишлаб

чиқилган ақлли алгоритмлар ва дастурий таъминот пахта териш машинасини 10 дан ортиқ параметрларини кузатиш ва диагностика қилиш учун мониторинг ва диагностика тизимини бир қисми сифатида ишлатишга имкон берган;

пахта териш машиналари технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш бўйича ишлаб чиқилган тизимнинг борт ва аппаратли қисмлари орасида маълумотлар тезкор алмашинувини таъминловчи алгоритмлар «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзагротехсаноатхолдинг» АЖнинг 2020 йил 2 июндаги 03-07/1027-сон маълумотномаси). Натижада пахта териш машиналари технологик параметрларини кузатиш ва диагностика қилиш учун ишлаб чиқилган тизимнинг борт ва аппарат қисмлари ўртасида тезкор маълумот алмашинуви таъминланган;

пахта териш машинаси ишчи режимларини назорат қилиш ва бошқариш учун таклиф этилган интеллектуал ахборот-ўлчов тизими «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзагротехсаноатхолдинг» АЖнинг 2020 йил 2 июндаги 03-07/1027-сон маълумотномаси). Натижада пахта териш машинаси технологик параметрларини кузатиш ва уларнинг ишлашини белгиланган меъзонларга мувофиқ бошқариш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 13 та халқаро ва 7 та республика илмий-техник конференцияларда муҳокама этилган.

Тадқиқот натижаларнинг эълон қилиниши. Тадқиқотнинг асосий натижалари 68 та илмий ишларда эълон қилинган, улардан 25 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини эълон қилиш учун тавсия қилинган журналларда, жумладан 15 таси хорижий, 20 таси республика журналларда ва 1 та монография нашр қилинган ҳамда 10 та ихтирога патент ва 11 та ЭХМ учун дастурий маҳсулотларни расмий рўйхатга олинганлиги тўғрисидаги гувоҳнома олинган.

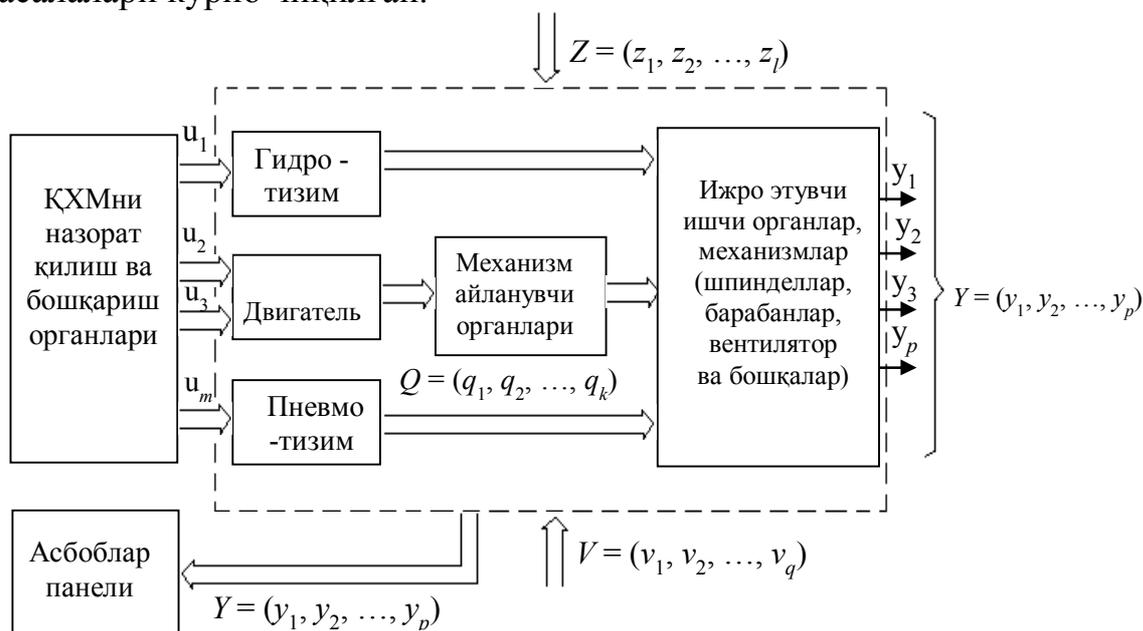
Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 195 саҳифани, иловалар 73 саҳифани ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, муаммонинг ўрганилганлик даражаси ёритилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги, илмий ва амалий аҳамияти асосланган, натижаларнинг амалиётга жорий этилиши, эълон қилинганлиги, ишнинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “Машина-тракторли агрегатларнинг (МТА) эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш ва бошқариш муаммолари” деб номланган биринчи бобида қишлоқ хўжалиги машиналари (хусусан тракторлар ва пахта териш машиналари)нинг технологик жараёнларини ва узеллари ишини назорат қилиш, диагностикалаш ва бошқаришни автоматизациялаш схемасининг мақбул тузилмасини қуриш учун, биринчи навбатда, машина-тракторли агрегатлари узелларининг умумий иш жараёнини тавсифлашнинг зарурияти асослантилди. Ишда ҳал қилинадиган вазифалар белгиланди.

Қишлоқ хўжалиги машинасининг назорат қилиш ва сошлаш объекти сифатидаги умумлаштирилган тузилмасининг формаллаштирилган схемаси 1-расмда келтирилган. Ишда назорат қилинадиган, назорат қилинмайдиган ва объект бошқа параметрларининг эҳтимолли ҳолатлари ўзгаришининг масалалари кўриб чиқилган.



1-расм. Қишлоқ-хўжалиги машинасининг умумлаштирилган тузилмасининг формаллаштирилган кўриниши

Бу ерда шу қабул қилинганки, машина-тракторли агрегатга якуний вақт оралиғида кирувчи ва бошқарувчи сигналларнинг якуний миқдори келиб тушади, чиқишда эса чиқиш сигналлари шаклланади. Чиқиш сигнали “у” айрим кўпликнинг Y элементи ҳисобланади ва машина-тракторли агрегатнинг ҳолати $q(t)$ бўйича аниқланади. Ўхшаш ҳолда шуни назарда тутиш мумкинки, машина-тракторли агрегат якуний вақт оралиғида фақатгина чиқиш сигналларининг якуний миқдорини чиқариб беради.

Q операторининг хусусий тури бўлиб ҳисобланадиган ва машина-тракторли агрегатнинг t^*+0 лаҳзасида ҳолатини, u бошқарув кириш сигналининг киришини, шунингдек ички ҳолатнинг боғлиқлигини белгиловчи оператор учун белгиланишларни қўллаймиз:

$$q(t^*+0) = B[q(t^*), u, v_s, z_s]. \quad (1)$$

Шунга ўхшаш равишда, машина-тракторли агрегатга t^*+0 лаҳзасида u, z , назорат қилинадиган ва назорат қилинмайдиган қўзғатувчи таъсирнинг келиб тушишининг ички ҳолатга боғлиқлиги қуйидаги кўринишда таърифланади:

$$q(t^*+0) = B''[q(t^*), z, v_s, z_s]. \quad (2)$$

Бир вақтнинг ўзида, назорат қилинадиган ва назорат қилинмайдиган v ва z қўзғатувчи таъсирнинг бошқариладиган кириш сигнали u билан бир вақтнинг ўзида киришида қуйидаги кўринишда бўлади:

$$q(t^*+0) = B[q(t^*), u, v, z]. \quad (3)$$

Ниҳоят, агарда t^* — чиқиш сигналини y , $+0$ бериш лаҳзасида қуйидагига эга бўламиз:

$$q(t^*+0) = W[q(t^*), u_s, v, z]. \quad (4)$$

Алоҳида ҳолатлар орасидаги интервалларда $q(t)$ қиймати D_t^* операторлари ёрдамида аниқланади, уларнинг кўриниши эса мазкур вақт оралиғи учун дастлабки ҳолат ҳисобланадиган алоҳида ҳолатга боғлиқ:

$$q(t) = D_t[q(t^*+0), u_s, v, z, t]. \quad (5)$$

бу ерда t^* - мазкур вақт оралиғи учун дастлабки ҳисобланадиган алоҳида ҳолатнинг лаҳзасидир, Q тасодифий оператор ҳисобланганлиги боис, унинг шахсий кўринишларга D, B', B'', B ва W узгаришларсиз кўчирилади.

Чиқиш параметрлари (Y) нинг сифат қийматлари ўзгаришининг таҳлили шуни кўрсатдики, улар назорат қилинадиган қўзғатувчи кириш таъсирлардан (v) ҳам, назорат қилинмайдиган қўзғатувчи кириш таъсирлардан (z) ҳам ўзгариб боради.

Ишда машина-тракторли агрегатларнинг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш автоматизациялашга бағишланган илмий-тадқиқот ва тажриба-конструкторлик ишлари адабиётларда кўриб чиқилди, хорижий мамлакатларда машина-тракторли агрегатларни ва бошқа аппаратларни автоматизациялаш даражаси ўрганилди. Шунингдек, ишда машина-тракторли агрегатларнинг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш учун хорижий борт тизимларини, шу жумладан пахта териш машинасининг вертикалли шпинделларини Ўрта Осиёнинг мураккаб иқлим шароитлари, пахта териш машинасининг қурилиш хусусиятлари, тизимга хизмат кўрсатилишининг қимматлиги сабабли қўлланилишидаги қийинчиликлари асослантирилган.

Маҳаллий пахта териш машиналари, ТТЗ русумли тракторлар фақатгина двигател тизимлари параметрларини назорат қилувчи асбоблар билан жиҳозланган. Пахтани, ем-хашакларни терувчи, экинларни сочувчи ва бошқа ТТЗ русумли тракторлар билан агрегатлаштириладиган қишлоқ хўжалиги машиналарининг технологик параметрлари назорат қилинмайди.

Машина-тракторли агрегатларни ишлаб чиқарувчилар ва бошқа олимлар томонидан етакловчи ғилдиракни назорат қилиш ва бошқарилишини автоматлаштириш (бурилиш бурчаги) тизими синфида, пахта териш машинасининг терувчи аппаратини ерга нисбатан баландлигини ҳамда унинг ишчи тирқишини созлаш бўйича бир қатор қурилмалар яратилган. Ушбу ишлаб чиқилган қурилмалар ва тизимлар локал характерга эга эканлиги боис амалий қўлланилган. Шу сабабли тадқиқ этиладиган объектларнинг

технологик параметрлари ҳолати, узеллар ишини назорат ва диагностика қилиш усуллари ва воситаларининг таснифи келтирилган диссертация иши бажарилишининг зарурлиги асосланган.

Объектнинг жорий ҳолати ҳақида намойиш этишга, чегаравий қийматларнинг ошишини сигнализациясига эга бўлган, график кўринишдаги рақамли маълумотларни қўллашга асосланадиган машина-тракторли агрегатларнинг ишлаш ишонлилигини назорат ва диагностика қилиш усули асосланган.

Пахта мажмуасининг машина-тракторли агрегатлари ишининг ишончилигини ошириш бўйича машхур усуллар орасида тегишли дастурий таъминотни қўллаш билан масофавий назорат ва диагностика қилишнинг мажмуавий автоматлаштирилиши самаралидир. Пахта териш машиналарининг технологик ўзгарувчиларининг эксплуатацион параметрлари ва ҳолатини диагностикалаш учун фаҳмлашнинг мантиқий услубиятини қўллаш мақбуллиги кўрсатилиб ўтилди ҳамда машина-тракторли агрегатларнинг эксплуатацион-технологик параметрларини масофавий назорат ва диагностика қилиш тизимига қўйиладиган техник талаблар ифодаланди.

Диссертациянинг “Машина-трактор агрегатларининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат қилувчи ва ҳисобга олувчи масофавий тизимнинг ишлаш алгоритмини ва интеллектуал қурилмасини ишлаб чиқиш” деб номланадиган иккинчи бобида ТТЗ-80 русумли трактори базасида пахта териш машинасининг асосий эксплуатацион параметрлари ва узеллари танланди. Барча танланган параметрлар (кўрсаткичлар)ни назорат қилиш ва қайд этиш жараёнларининг тўлиқ автоматизацияланиш назорат қилиш ва ҳисоблаш алгоритмининг ҳамда, микропроцессорли ҳисоблаш қурилмасини тузилишини ҳам мураккаблашувига олиб келади. Дастлабки босқичларда параметрларнинг бир қисмини автоматик, бошқа қисмини эса ярим автоматик равишда назорат қилиш ва қайд этиш имконини берувчи алгоритмини ишлаб чиқиш билан чегараланиш мумкин.

Ишда машина-тракторли агрегатларнинг кўрсаткичларини қуйидаги математик ифодалар (моделлар) кўринишида ҳисоблаш имконини берувчи алгоритмлар ва дастурий таъминотлар таклиф этилди:

- узеллар иш цикллариининг миқдори:

$$K_{p1} = \sum_{i=1}^n K_{p1i}; K_{p2} = \sum_{i=1}^n K_{p2i}; \dots; K_{pj} = \sum_{i=1}^n K_{pji}; \quad (6)$$

- узеллар ишлашининг умумий давомийлиги:

$$T_{\epsilon 1} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon 1i}; T_{\epsilon 2} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon 2i}; \dots; T_{\epsilon j} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon ji}; \quad (7)$$

- узеллар ишлашининг ўртача вақти:

$$T_{1cp\epsilon} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon 1i} / \sum_{i=1}^n K_{p1i}; T_{2cp\epsilon} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon 2i} / \sum_{i=1}^n K_{p2i}; \dots; T_{jcp\epsilon} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon ji} / \sum_{i=1}^n K_{pji}; \quad (8)$$

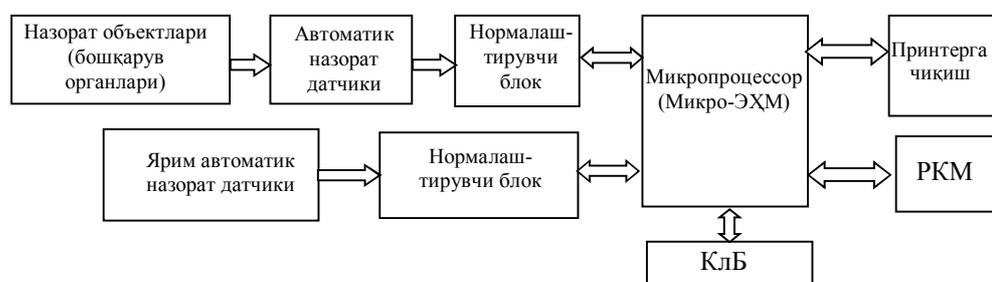
- узеллар ишламасдан туриб қолишининг вақти:

$$T_{1n} = \sum_{i=1}^n T_{1ni}; T_{2n} = \sum_{i=1}^n T_{2ni}; \dots; T_{jn} = \sum_{i=1}^n T_{jni}. \quad (9)$$

Ишчи вақтнинг қуйидаги миқдорий элементларини баҳолаш лозим: T_1 – иш вақти; T_2 – техник хизмат кўрсатилиши учун тўхтаб туриш вақти; T_3 – технологик ишдан чиқишларни бартараф этиш вақти; T_4 – машинага техник хизмат кўрсатиш вақти; T_5 – техник ишдан чиқишларни бартараф этиш вақти; T_6 – ҳар ойлик техник хизматга сарфланадиган вақт ва ҳ.к.

Ишда юқорида номланган кўрсаткичларнинг назоратини ва қайд этилишини автоматик усул билан белгиланган шартларни бажарувчи тегишли алгоритмик ва дастурий воситаларига эга микропроцессорли тизимларни қўллаш орқали амалга ошириш таклиф этилди.

Қишлоқ-хўжалиги машинасининг назорат қилинадиган узеллари қайта қўшилишлари сонини автоматик ва ярим автоматик назорат қилувчи датчиклардан, нормалаштирувчи органлардан, микропроцессордан (микро-ЭХМ), клавиатура блокидан ва рақамли кўрсатувчи қурилма – дисплейдан (РКМ) иборат қишлоқ-хўжалиги машинасининг эксплуатацион-технологик параметрларининг назоратини ва қайд этилишини амалга оширувчи ихтисослаштирилган микропроцессорли қурилманинг тузилиш схемаси 2-расмда келтирилган.



2-расм. Қишлоқ-хўжалиги машиналарининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат қилувчи ва қайта ишловчи микропроцессорли қурилманинг тузилиш схемаси

Ишлаб чиқилган, тегишли киритиш ва ахборотларни қайта ишлаш алгоритмига эга ихтисослаштирилган микропроцессорли қурилма қишлоқ хўжалиги машинасининг назорат қилинадиган ҳар бир ишчи узелини ишлаш миқдори ва вақтининг ўлчовини амалга оширади. Ишнинг охирида қишлоқ-хўжалиги машинасининг қолган бошқа эксплуатацион-технологик кўрсаткичлари ҳисобланади. Қайта ишланган маълумотлар навбат билан рақамли намойиш этувчи қурилмада кўрсатилади (ёки принтер орқали босиб чиқарилади).

Қишлоқ-хўжалиги машинасининг эксплуатацион параметрларини назорат қилиш бўйича ишлаб чиқилган микропроцессорли тизим асосида пахта териш машинасининг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат қилувчи интеллектуал ахборотли-ўлчов тизимининг мантиқий математик моделлари қурилган. Пахта териш машинасининг ишига баҳо берувчи мантиқий математик моделларини қурганда қуйидаги шартли белгиланишлар киритилган: $X_{1ш}$ – шпинделнинг айланиш тезлиги ($x_{1ш}$ – меъёрида, $\bar{x}_{1ш}$ – меъёрдан паст); X_p – пневмотранспорли тизимдаги босим (x_p – меъёрида, \bar{x}_p – меъёрдан паст); X_6 – барабаннинг айланиш тезлиги

($x_{\bar{\delta}}$ – меъёрида, $\bar{x}_{\bar{\delta}}$ – меъёрдан паст); $X_{2ш}$ – барабан юқорироқ тезликка кўшилгандан кейин шпинделнинг айланиш тезлиги ($x_{2ш}$ – меъёрида, $\bar{x}_{2ш}$ – меъёрдан паст) ва ҳ.к.

Бунда, пахта териш машинасининг “НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ” шартини таъминловчи математик модели қуйидаги кўринишда таърифланган:

$$Y_{нор} = f(x_{1ш} \wedge x_p \wedge x_q) = f(1 \wedge 1 \wedge 1) = 1 \quad (10)$$

Пахта териш машинаси қуйидаги ҳолатларда нормал ишлаши (“НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ”) лозим: $x_{1ш} \geq$ меъёрида; $x_p \geq$ меъёрида; $x_q \geq$ меъёрида.

Пахта териш машинасининг бошқа режимли параметрларининг математик моделини қуришга ҳам ёндашув ўхшаш тарзда шакллантирилган, масалан, қуйидаги шартларда машинанинг тўхташини (тўхташ режими) амалга ошириш лозим, агарда $x_{1ш} \geq$ меъёрида; $\bar{x}_p \leq$ меъёрдан паст; $x_{\bar{\delta}} \geq$ меъёрдан баланд; $x_{2ш} \leq$ меъёрдан паст. Ушбу мантиқий операциялар асосида “ОСТАНОВКА МАШИНЫ” мантиқий математик моделларининг икки варианты қурилган, биринчи вариант:

$$Y_{ост1} = f(x_{1ш} \wedge \bar{x}_p) = f(1 \wedge 0) = 0 \quad (11)$$

иккинчи вариант қуйидаги кўринишга эга:

$$Y_{ост2} = f(x_{1ш} \wedge x_{\bar{\delta}} \wedge \bar{x}_{2ш}) = f(1 \wedge 1 \wedge 0) = 0 \quad (12)$$

Диссертация ишида машина-тракторли агрегатларнинг эксплуатацион параметрларини назорат қилиш ва қайд этиш тизимининг тузилиш схемаси асосида қурилган дастурий симулятордан фойдаланиш таклиф этилган. Симулятор дастурнинг файлларини барча форматлар кўринишида юклаш; симуляция қилинадиган микропроцессорли қурилманинг ресурслари ҳолати ҳақида максимал тўлиқ равишда маълумотларни намойиш эттириш; турли режимларда юкланган дастурни симуляциялаш имкониятларига эга. Созлаш жараёнида модель дастурни бажаради ва компьютернинг экранида унинг жорий ҳолати ҳақида маълумотлар намойиш эттирилади. Дастурий симуляторларнинг хусусияти бўлиб шу шарт ҳисобланадики, симуляторга юкланган дастурларнинг бажарилиши реал вақт масштабидан фарқланадиган вақтда амалга оширилади. Диссертация ишининг мазкур бобида пахта териш машинасининг технологик параметрларини ўзгартирувчи чегараларини танлаш ва асослантириш амалга оширилган.

Диссертациянинг **“Пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш объектларининг диагностик функциялари математик моделларини синтезлаш”** деб номланган учинчи бобида пахта териш машинасининг пневмотранспортли камераси ҳолатини ҳамда бошқа параметрларини назорат ва диагностика қилиш тизимининг ишлаб чиқиладиган локал қурилмаларни математик моделларини қуриш билан боғлиқ масалалар кўриб чиқилган.

Пахта териш машинасининг пневмотранспортли камераси ҳолатини назорат ва диагностика қилиш тизими математик моделининг синтезланиши диагностиканинг танланган усули асосида бажарилди.

Қуйидаги шартли birlikлар қабул қилинган: D_1 – пневмотранспортли камеранинг қониқарсиз ҳолатини баҳоловчи диагноз D_2 – пневмотранспортли камеранинг қониқарли ҳолатини баҳоловчи диагноз ва D_3 – пневмотранспортли камеранинг яхши ҳолатини баҳоловчи диагноз. Бунда кирувчи сигнал-белгилар (пневмотранспорт камерасидаги ҳаво оқимининг тезлиги) ҳолатининг ўзгаришига асосан ҳақиқийлик жадвали тузилган бўлиб, у диагностика қилинадиган қурилманинг турли чиқувчи ҳолатлари комбинациясини акс эттиради.

Пневмотранспортли камерада ҳаво оқимининг тезлигини диагностикаловчи бул функцияларини тузганда x_1, x_2, x_3 кириш сигналларининг пайдо бўлишига кўра D_1, D_2 ва D_3 ҳолатлар-диагноزلарни аниқлаш бўйича таҳлил ўтказилган ҳамда диагностикалаш аниқлигига таъсир этувчи омиллар белгиланган. Диагностикалашнинг ишончлилигини ошириш учун кириш ҳолатларининг таркибига қўшимча ҳолатларни киритиш ёки битта диагнозни бошқасидан аниқ фарқлашга имкон берувчи чораларни қабул қилиш таклиф этилди.

1-жадвалда ҳақиқийлик жадвали тақдим этилган бўлиб, у x_1, x_2, x_3 кириш сигналларининг ўзгариши билан боғлиқ бўлган чиқиш ҳолатларининг пайдо бўлишини баҳолашнинг мураккаблиги ва ноаниқлигини ҳисобга олган ҳолда қурилган.

Ҳақиқийлик жадвали

Т/р	Киришнинг ҳолати	Чиқишнинг ҳолати			Белгилар ҳолати
1	0	0	0	0	Имконсиз ҳолат
2	1	0	0	1	диагнозининг белгиси
3	1	0	1	0	диагнозининг белгиси
4	1	0	1	1	Имконсиз ҳолат
5	1	1	0	0	диагнозининг белгиси
6	1	1	0	1	Ноаниқ ҳолат
7	1	1	1	0	Ноаниқ ҳолат
8	1	1	1	1	Имконсиз ҳолат

Қониқарсиз ҳолатнинг (D_1) белгиси мавжудлигини тўғри баҳолаш учун 1-жадвалда ягона бул функцияси қабул қилинган бўлиб, у 1-жадвалнинг бешинчи қаторини таърифлайди:

$$D_1 = y_1 \vee \overline{y_2} \vee \overline{y_3} \quad (13)$$

Ўхшаш тарзда ва белгилари қониқарли ва яхши ҳолатининг ягона белгиларини тегишлича таърифловчи бул функциялари танланган:

$$D_2 = \overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee \overline{y_3}, \quad (14)$$

$$D_3 = \overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee y_3. \quad (15)$$

1-жадвалнинг охириги бул функциялари белгиларнинг ноаниқ ҳолатларини акс эттиради. 1-жадвал бўйича кирувчи сигналларга боғлиқ бўлган диагностик функцияларини таърифловчи тенгламалар тизими қурилган. Тегишли диагнозлар белгиларининг ҳолатини баҳоловчи қурилган тенгламалар тизимини таҳлили шуни кўрсатдики, кўплаб ноаниқ белгилар бўлганлиги боис фақатгина келтирилган кириш сигналлари ва чиқиш ҳолатлари билан пневмотранспортли камеранинг ҳақиқий ҳолатини баҳолашнинг имкони мавжуд эмас. Шу боис, тадқиқот ишида ноаниқ диагностик функцияларини чиқариб ташлаш усулини қўллашга асосланган назорат ва диагностика қилиш аниқлигини ошириш усули таклиф этилган. Бунинг учун фотоэлектрли датчики орқали қўшимча назорат сигналинини киритиш ва ахборот узатилишини такрорлаш таклиф этилди.

Янги тузилган жадвал ва бул функциялари кўринишидаги тенгламалар тизими асосида қуйидаги дизъюнктив-конъюнктив нормал шаклларида (ДКНШ) D_1 , D_2 , D_3 диагнозларини шакллантирувчи ягона бул функциялари тузилди:

D_1 диагнози учун:

$$D_1 = (\bar{y}_1 \vee y_2 \vee y_3 \vee \bar{y}_4) \wedge (\bar{y}_1 \vee y_2 \vee y_3 \vee y_4) \quad (16)$$

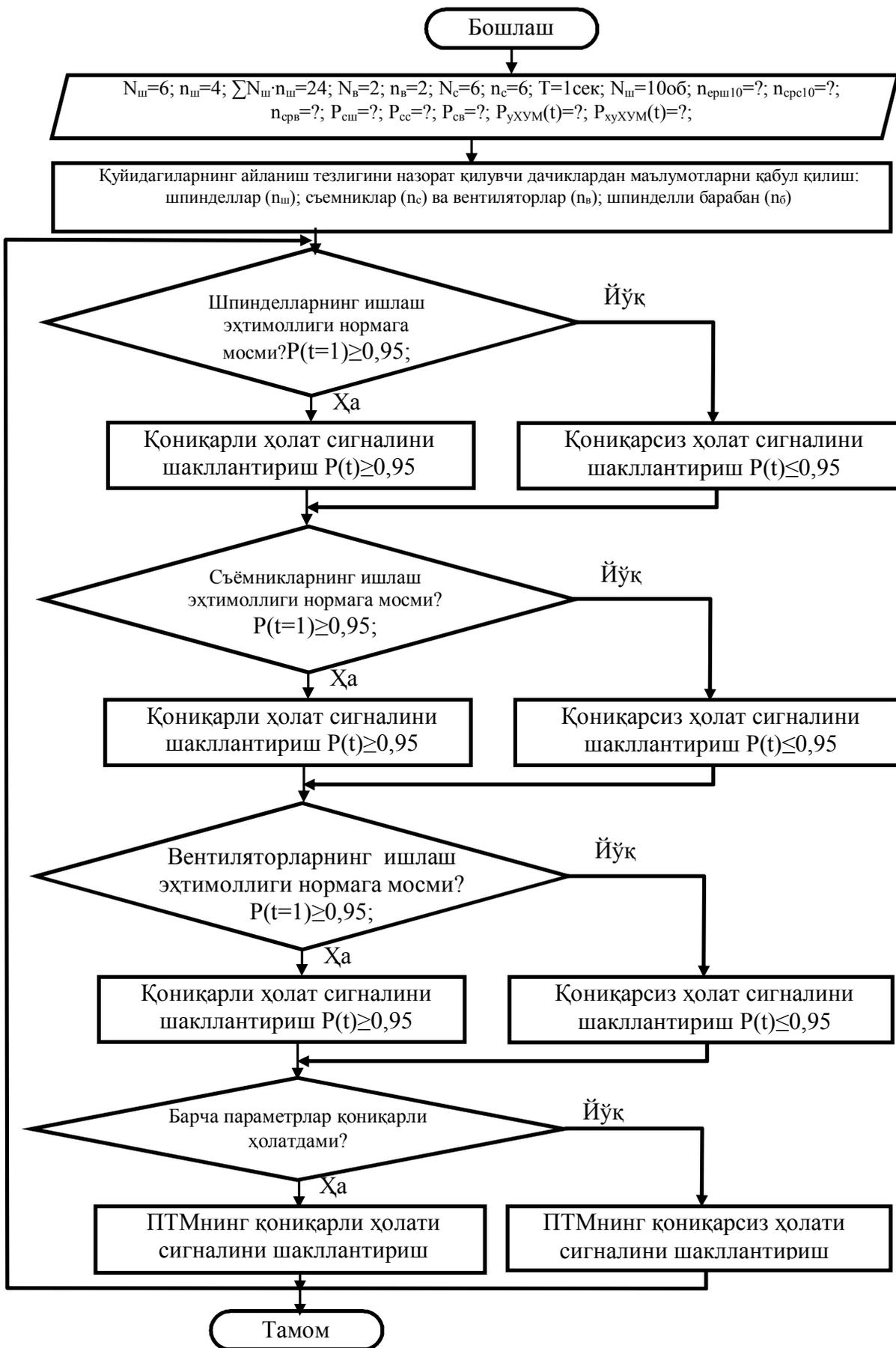
D_2 диагнози учун:

$$D_2 = (y_1 \vee \bar{y}_2 \vee y_3 \vee \bar{y}_4) \wedge (\bar{y}_1 \vee \bar{y}_2 \vee y_3 \vee \bar{y}_4) \wedge (y_1 \vee \bar{y}_2 \vee y_3 \vee y_4) \wedge (\bar{y}_1 \vee \bar{y}_2 \vee y_3 \vee y_4) \quad (17)$$

D_3 диагнози учун:

$$D_3 = (y_1 \vee y_2 \vee \bar{y}_3 \vee \bar{y}_4) \wedge (y_1 \vee \bar{y}_2 \vee \bar{y}_3 \vee \bar{y}_4) \wedge (y_1 \vee y_2 \vee \bar{y}_3 \vee \bar{y}_4) \wedge (\bar{y}_1 \vee y_2 \vee \bar{y}_3 \vee \bar{y}_4) \wedge (y_1 \vee \bar{y}_2 \vee \bar{y}_3 \vee \bar{y}_4) = (\bar{y}_1 \vee \bar{y}_2 \vee y_3 \vee y_4) \wedge (\bar{y}_1 \vee y_2 \vee y_3 \vee y_4) \quad (18)$$

Ишда пахта териш машинасининг алоҳида параметрларини назорат қилувчи қурилмаларини диагностик функциялари-математик моделини қуриш вазифаси қўйилган ва унинг ечими берилган. Бунинг учун таянч маълумотлар ифодаланган (масалан назорат қилинадиган шпинделларнинг $N_{ш}=6$ ва датчикларнинг $N_{д}=6$ миқдори). Олтита шпинделларнинг нормал айланишида олтита датчикларнинг чиқишларида шакллантириладиган импульсларнинг максимал миқдори қуйидагига тенг бўлади: $n_{од}=6 \times 4=24$ имп. ва ҳ.к. Кейинчалик шпинделлар диагностикасининг максимал эҳтимоллиги қийматини $P(t)=1$ қабул қилган ҳолда олтита датчикдан шакллантириладиган импульсларнинг миқдорий сонига боғлиқ олтита айланувчи шпинделлар ҳолати эҳтимоллигининг мослигини жадвали тузилган. Бунда шартли равишда шу қабул қилиндики, нормал айланувчи шпинделларнинг қоникарли ҳолати 75% дан ортиғини ташкил этади (шпинделларнинг умумий миқдоридан); шпинделлар қоникарли ҳолатига импульсларнинг умумий миқдоридан (24 та) 18 та импульс мос келади. Ҳақиқийлик жадвалига мувофиқ дизъюнктив нормал шаклида олтита шпинделлар айланиш тезликларининг эҳтимолий қоникарли ва қоникарсиз ҳолатларини акс эттирувчи математик моделлари тузилган. Шунга ўхшаш равишда пахта териш машинасининг вентиляторлари ($P_{y2в}$) ва съёмникларнинг ($P_{y6с}$) ишлаши ҳақида математик моделлари

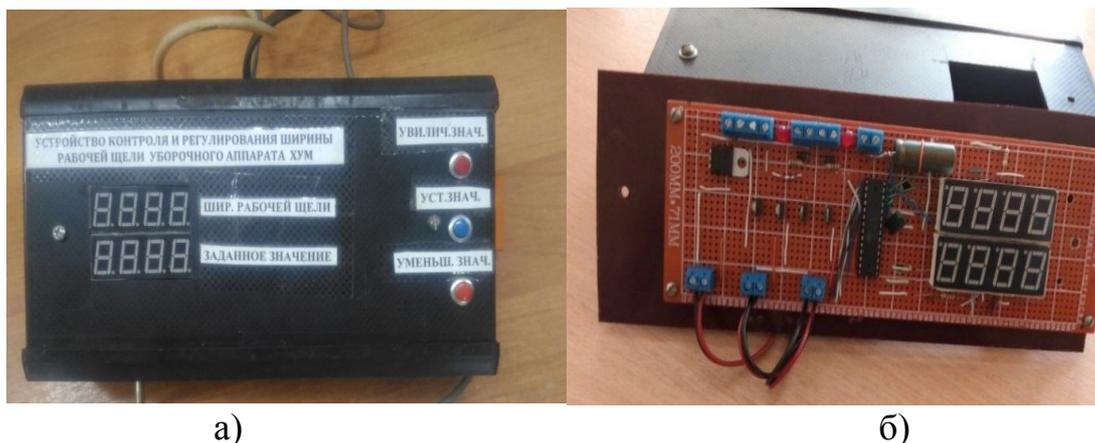


4-расм. Пахтани териш машинасининг ҳолати ҳақида маълумотларни қабул қилиш ва қайта ишлаш алгоритми

Диссертациянинг “Машина-тракторли агрегатларнинг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш масофавий тизимининг қурилмалари ва техник воситаларини ишлаб чиқиш” деб номланган тўртинчи бобида пахта териш машинасининг ишлаб чиқилган математик моделлари, тузилмавий схемалари, узелларини назорат қилиш, диагностикалаш ва бошқариш алгоритмлари асосида машина-тракторли агрегатларнинг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш тизими локал қурилмаларининг ишлаб чиқилиши ва тадқиқ этилиши амалга оширилди, жумладан электромагнитли, фотоэлектрли ва потенциометрик датчиклари базасида терувчи аппаратнинг ишчи тирқишлари кенглигини назорат қилиш ва созлаш бўйича микропроцессорли қурилмаси ишлаб чиқилди, электромагнитли чизиқли силжувчи ўзгартиргичнинг мақбул параметрлари ҳисобланди.

Диссертация ишида, терувчи аппаратнинг ишчи тирқишларини назорат қилиш ва созлаш тизими таркибида муваффақиятли синовдан ўтказилган чизиқли силжувчи фотоэлектрик ва потенциометрик датчиклари базасида терувчи аппаратнинг ишчи тирқишини назорат қилиш ва созлаш микропроцессорли қурилманинг такомиллаштирилган вариантлари ишлаб чиқилган ва муваффақиятли синовлардан ўтказилган. Инфрақизил нурлантиргич асосидаги силжувчи фотоэлектрик датчигини ишчи тирқиш кенглигининг ўзгаришига кўра чиқиш кучланиши ўзгаришининг боғлиқлиги тадқиқ этилган. Териш аппаратининг ишчи тирқиши кенглигининг ўзгаришига кўра чиқиш сигналларнинг боғлиқлиги чизиқли кўринишга эга.

Микро-ЭХМ асосида АТМЕГА 8 русумли микроконтроллердан фойдаланилган. Назорат қилиш ва бошқариш тизими аппарат қисмининг умумий кўриниши 5-расмда келтирилган.



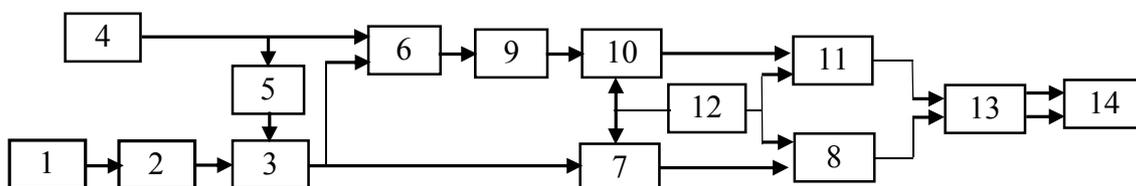
5-расм. Тизим аппарат қисмининг (назорат қилиш ва бошқариш блоки) умумий кўриниши (а) олдиндан кўриниши; (б) монтаж схемада назорат қилиш ва бошқариш тизими элементларининг жойланиши

Териш аппаратининг ишчи тирқишини назорат қилиш ва бошқариш микропроцессорли тизимнинг динамик тавсифлари тадқиқ этилди. Дала шароитларида ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари асосида тизим барқарор ишлаши ҳамда МХ-1,8 русумли пахта териш машинасида ишлаш

талабларига жавоб берувчи сифат кўрсаткичларига эга эканлиги тасдиқланди. Шунингдек, бу ерда Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги томонидан патентланган пахта териш машинасининг шпинделлари айланиш тезлигини назорат ва диагностика қилишни автоматизациялаш бўйича ишлаб чиқилган қурилмаларнинг вариантлари келтирилди.

Диссертациянинг **“Пахта териш машинасини назорат ва диагностика қилиш тизимларининг аниқлигини ошириш”** деб номланган бешинчи бобида пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш тизими қурилмаларининг хатоликлари таҳлили ва тадқиқоти ўтказилди.

Дискрет тизимлар хатоликларининг таснифланиши таклиф этилди, бунда шу кўрсатилдики, назорат қилиш ва қайд этиш қурилмаларининг мўлжалланиши ҳамда ўлчовларни ўтказиш услубиятига кўра тадқиқ этиладиган хатоликларнинг тури ва характери ҳар хил бўлиши мумкин. Кўриб чиқиладиган қурилмага аппаратли, услубий, динамик, конструктивли ва бошқа турдаги хатоликлар хос. Пахта териш машинаси узелларининг ишлаш давомийлигини ўлчаниши кўп маротабали ўтказилганлиги, уларнинг қайд этилиши эса рақамли қурилмалар амалга оширилганлиги боис асбобнинг (В) кўрсаткичларини ҳамда миқдорий хатоликларни (К) ҳисобга олган ҳолда ўлчовлар миқдорига боғлиқ бўлган узелнинг умумий ишлаш вақти (Т) қуйидаги формула бўйича аниқланади: . Тадқиқот ишида пахта териш машинасининг эксплуатацион параметрларини назорат қилувчи ва қайд этувчи қурилманинг бошқа хатоликлари ҳам кўриб чиқилган. Ушбу қурилмани битта каналининг соддалаштирилган блок-схемаси 6-расмда келтирилган.



6-расм. Пахта териш машинасининг эксплуатацион параметрларини назорат қилувчи ва қайд этувчи қурилмани битта каналининг соддалаштирилган блок-схемаси

Узелнинг ишлаш давомийлигини билдирувчи вақт оралиғи солиштириш схемасининг чиқишида вақтида пайдо бўладиган барқарор частотанинг квантли импульслари миқдорини ҳисоблаш орқали генерациялаштирилади . Частоталар бўлгичи томонидан киритиладиган хатоликни деб белгилаймиз, унда фойдаланиш шартларининг ўзгаришига кўра тадқиқ этиладиган назорат қилиш ва қайд этиш қурилмасининг умумий хатолиги қуйидаги ташкил этувчилардан иборат:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_i \pm \tau \sum_{i=1}^j \tau_i = \tau_r + \tau_d + \tau_{KB} + \tau_{dr} + \tau_{\Delta t} \pm (\tau_{ac} + \tau_f + \tau_{ПР} + \tau_{вых} + \tau_{ПОМ}). \quad (21)$$

Бирламчи бошқарув органларида рационал жойлаштирилган индуктивли датчиклар юқори сезувчанликка, чиқиш маълумотларини кўрсатадиган қурилмалар эса минимал хатоликка эга эканлигини ҳисобга олиб, қуйидаги натижани оламиз:

$$\tau_r = 0; \quad \tau_{\text{ИП}} = 0; \quad \tau_{oc} = 0; \quad \tau_{\text{бых}} = 0.$$

Бу ердан (21) ифодани қуйидаги кўринишда изоҳлаш мумкин:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_i \pm \tau \sum_{i=1}^j \tau_i = \tau_d + \tau_{\text{KB}} + \tau_{dr} + \tau_{\Delta t} \pm (\tau_f + \tau_{\text{ПОМ}}). \quad (22)$$

Тадқиқ этиладиган қурилманинг умумий хатолиги барча тизимли хатоликлар ва ўртақвадратли оғишлар катталикларининг миқдоридан ташкил топади:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_{ic} \pm \sum_{i=1}^n \sigma_i, \quad (23)$$

бунда $i = 1, 2, \dots, n$,

$$\sum_{i=1}^n \tau_{ic} = \tau_{\text{KBC}} + \tau_{\partial c} + \tau_{\partial rc} + \tau_{\Delta t} + \tau_{fc}, \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i = \sqrt{\sigma_{\text{KB}}^2 + \sigma_{\partial r}^2 + \sigma_{\partial}^2 + \sigma_{\Delta t}^2 + \sigma_f^2}. \quad (25)$$

(24) ва (25) ифодаларни ҳисобга олиб, (23) ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$\tau = \tau_{\text{KBC}} + \tau_{\partial rc} + \tau_{\partial c} + \tau_{\Delta t} + \tau_{fc} + \sqrt{\sigma_{\text{KB}}^2 + \sigma_{\partial r}^2 + \sigma_{\partial}^2 + \sigma_{\Delta t}^2 + \sigma_f^2}. \quad (26)$$

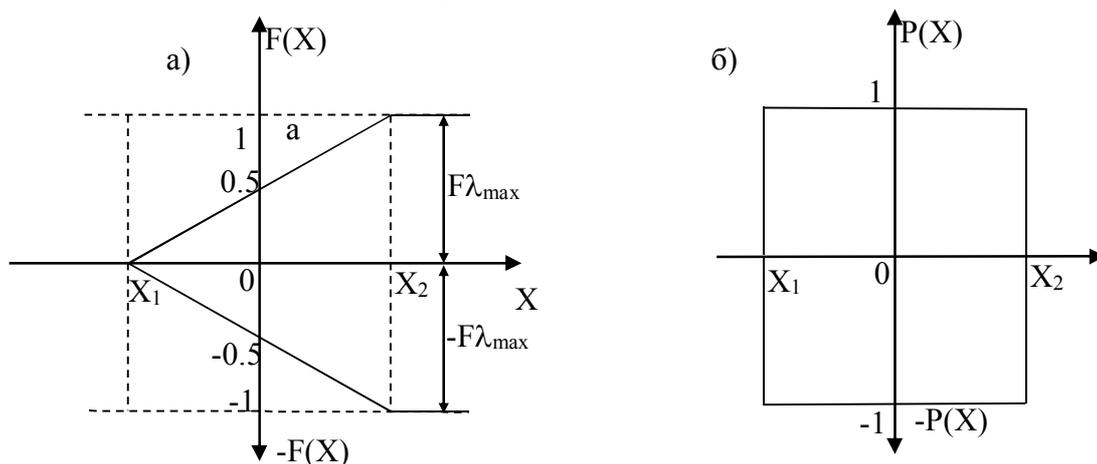
(20) ва (23) ифодаларга мувофиқ пахта териш машинасининг эксплуатацион параметрларини автоматик назорат қилиш ва қайд этиш қурилмаси учун умумий хатоликларни ҳисобга олган ҳолда қуйидаги кўринишда узеллар умумий ишлаш вақтини оламиз:

$$T = B + K(\tau_{\text{KBC}} + \tau_{\partial rc} + \tau_{\partial c} + \tau_{\Delta t} + \tau_{fc} \pm \sqrt{\sigma_{\text{KB}}^2 + \sigma_{\partial r}^2 + \sigma_{\partial}^2 + \sigma_{\Delta t}^2 + \sigma_f^2}). \quad (27)$$

Ушбу хатоликларни камайтириш мақсадида датчиклар сўроқ қилинишининг частотасини ошириш таклиф этилди. Тизимли хатоликларни мувофиқлаштирувчи схемалар ёки дастурлар ёрдамида сошлаш мумкин. Тадқиқот ишида пахта териш машина тракторининг етакловчи ғилдираги ҳолатини назорат қилувчи микропроцессорли қурилма яратилди. Пахта териш машинасининг самарали ишлаши, механизаторининг етакловчи ғилдиракнинг ҳолатини назорат қилиниши ва уни бошқариш аниқлигига боғлиқ. Бурилиш бурчагини назорат қилиш датчики доирасимон айланувчи потенциометрдан иборат бўлиб, қаршилиқнинг катталиги ўзгаришига етакловчи ғилдиракнинг, бурилиш бурчагини ўзгартирувчи сезувчан элементи сифатида хизмат қилади. Датчик бурилиши бурчагининг диапазони $\pm 90^\circ$ градусни ташкил этади. Қайта ишланган рақамли сигналнинг аниқлиги аналогли сигнални квантлаш қадамига ва микроконтроллернинг хотирасига ёзилган маълумотларга ишлов бериш алгоритмига боғлиқ.

Датчиклар бир текисликда жойлашувининг конунига мувофиқ ўлчанадиган функциянинг $F(X)$ даражаси бўйича бурилишнинг чап/ўнг бурчагини дискретизациялаш жараёнини даража бўйича бир текисликда

квантлаш графика кўринишида тақдим этиш мумкин. Тасодифий хатоликнинг қийматини тадқиқ этилишини участкада X_1 дан X_2 гача квантлашнинг бир қадами билан амалга оширилади. Бунда шу кўзда тутиладики, қишлоқ хўжалиги машиналари ғилдиракларининг ўлчанадиган бурилиш бурчаклари эҳтимолликларнинг доимий зичлиги билан X_1 дан X_2 гача (7-расм) охириги оралиқ чегараларида қийматлардан иборат тасодифий катталикларга эга бўлиши мумкин. Унинг $-\infty$ дан X_1 гача участкасидаги тақсимланиш функцияси (7, а – расм) нолга тенг, X_1 дан X_2 гача участкада 0 дан 1 гача чизиқли ошади, X_2 дан $+\infty$ гача участкасида эса 1 га тенг.



7-расм. Пахта териш машинасининг ғилдиракларининг бурилиш бурчагини аниқлаганда дискретлаш хатолиги эҳтимоллигининг тақсимланиши ва зичлик функцияси

Тақсимланиш зичлигининг эҳтимоллиги 7,б - расмида келтирилган кўринишга эга бўлиб, қуйидагича ёзилади:

$$\begin{cases} p(x) = 1/(x_2 - x_1) = const, \text{ агар } X_1 < X < X_2 \text{ бўлса} \\ p(x) = 0, \text{ агар } X < X_1 \text{ ва } X > X_2 \text{ бўлса} \end{cases} \quad (28)$$

Даража бўйича квантлашнинг максимал хатолиги $\Delta_{\text{ку max}} = \pm q/2$ тенг бўлади. Шунга ўхшаш равишда $F(X) = \lambda(t)$ функциясини квантлаш натижасида унинг дискрет қийматлари қаторини танлаб олиш мумкин. Демак, қишлоқ хўжалиги машинаси ғилдиракларининг бурилиш бурчагининг диапазонини (жами 90°) таърифловчи функцияни квантлаш даражаларининг N сонига бўлиш мумкин. Бунда квантлаш даражаларининг N сони $N-1$ интерваллар сонидан 1 га кўпроқ бўлади. Хатолик тақсимланишини дискретликка тенглигини қабул қилган ҳолда шуни айтиш мумкинки, ушбу тақсимланишнинг асосий катталиги ҳисобланади, ўртакватратли оғиш эса қуйидагига тенг бўлади:

$$\sigma_d = v_{m\sigma} / \sqrt{3} = 1,38 / \sqrt{3} = 0,82\%.$$

Бир текисда тақсимланиш учун қуйидаги хатоликлар параметрлари белгиланди: энтропийли коэффициент $k=1,73$; эксцесс $\varepsilon_1=1,8$; контрэксцесс $\chi=0,745$.

Тадқиқот ишида шпинделлар айланиши тезлигини ўлчаш хатолигини камайтириш учун частотани ёки датчиклар томонидан шакллантириладиган

импульслар даврийлигини ҳамда аралашма, яъни бир вақтда датчиклар томонидан шакллантириладиган частотани, импульслар даврийлигини ўлчаш усуллари қўллаш мумкин.

Микропроцессорли блокда мавжуд бўлган квантлашнинг хатолигини баҳолаш ҳамда шпинделлар айланиш тезлигининг ўлчаш интервалига кўра боғлиқлигини олиш учун қуйидаги кўринишда математик модели ишлаб чиқилди:

$$\omega_{\text{изм}}(t) = \frac{60 \cdot \Delta y}{N_p \cdot T_{sc}} = \frac{60 \cdot (y(t) - y(t - T_{sc}))}{N_p \cdot T_{sc}} =$$

$$= \frac{60 \cdot \left(\left[\frac{\varphi(t)}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] - \left[\frac{\varphi(t - T_{sc})}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] \right)}{N_p \cdot T_{sc}} = \frac{60 \cdot \left(\left[\frac{\int \omega(t) dt}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] - \left[\frac{\int \omega(t - T_{sc}) dt}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] \right)}{N_p \cdot T_{sc}} \quad [0 \text{ б/м ин}] \quad (29)$$

бунда $\varphi(t) = \int \omega(t) dt$ – айланиш тезлигидаги вақтдан шпиндел бурилиш бурчагининг боғлиқлиги; $\omega(t), y(t) = \left(\frac{\varphi(t)}{\frac{2\pi}{N_p}} \right)$ – импульслар сонининг ўлчаш вақтидан боғлиқлиги; N_p – шпинделнинг битта айланишида импульслар сони; T_{sc} – ўлчашнинг вақт интервали.

Диссертациянинг **“Машина-тракторли агрегатларнинг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш усуллари ва қурилмаларини тадқиқ этиш”** деб номланган олтинчи бобида пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш учун ишлаб чиқилган масофавий тизим ва тайёрланган физик моделларнинг тажрибали намуналарини жорий этиш натижалари баён этилган.

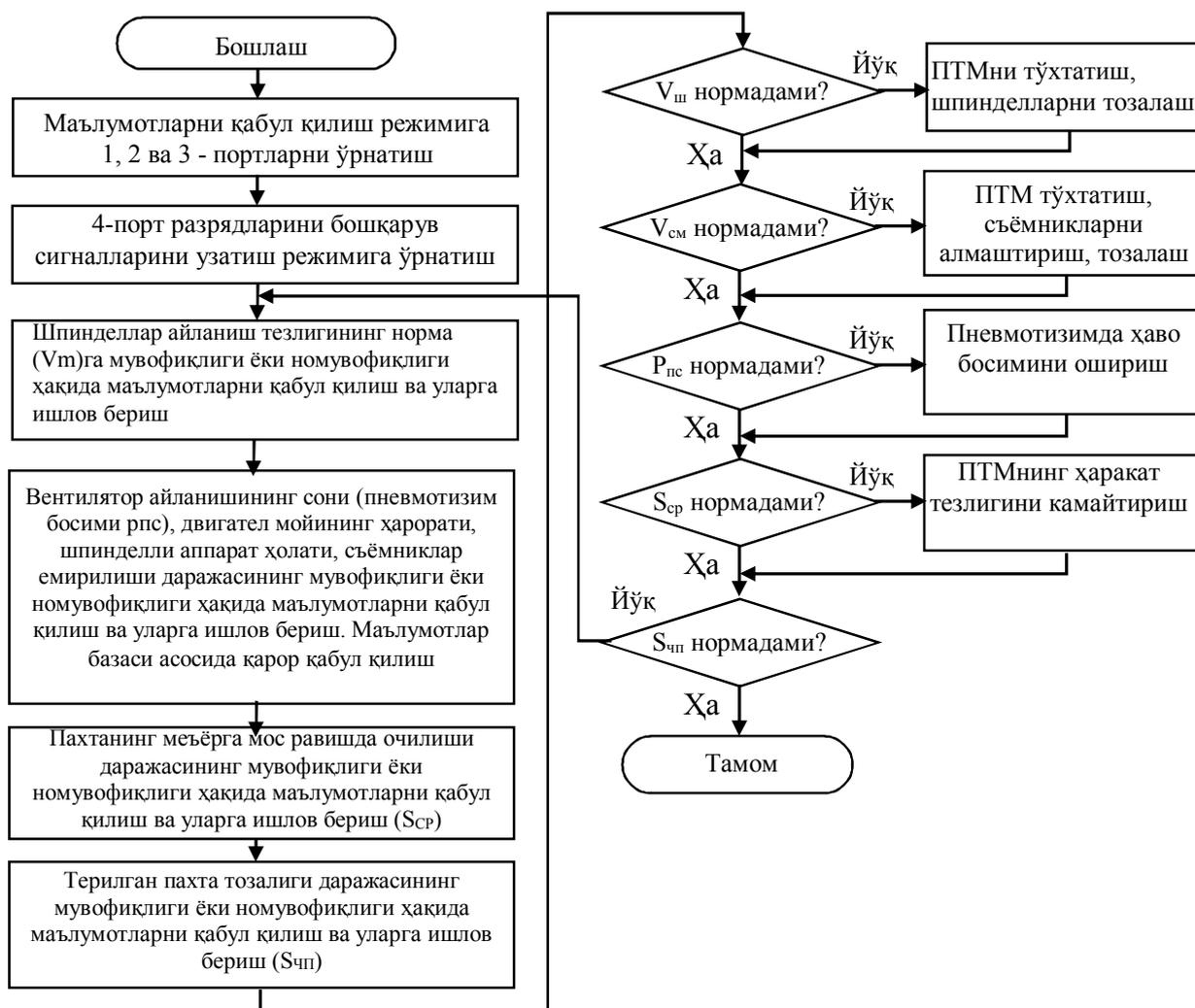
Ишлаб чиқилган тизимни синаш вақтида олдинги шпиндел барабанлари жуфтлигининг ишчи тирқиши, двигатель, вентиляторлар, ажраткичлар айланиш частотаси, трактор етакловчи ғилдиракнинг бурилиш бурчаги, териш аппаратининг ерга нисбатан ҳолати синовдан ўтказилди. УзГЦИТТ мутахассислари томонидан синов лабораториясида ва тажриба даласида пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилувчи масофавий тизими бўйича ўтказилган лаборатория ва дала синовларининг натижалари тўлиқ мувофиқлигини кўрсатди.

Пахта териш машинасининг пневмотранспортли камерасида ҳаво оқими тезлигининг ўзгаришини тадқиқ этиш учун назорат ва диагностика қилиш қурилмаларининг бир нечта вариантлари ишлаб чиқилди. Жумладан, мутлақ босим ва инфрақизил фотоэлектрик датчикларини қўллашга асосланган назоратнинг усули таклиф этилди. Ишлаб чиқилган ва тайёрланган лаборатория қурилмаларда пневмотранспортли камерада ҳаво узатилиши ўзгаришини ҳавонинг мутлақ босими ўзгаришига таъсир этиши бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Экспериментал маълумотлар асосида пневмотранспортли камера ичида ўрнатилган заслонка ҳолатининг бурчагидан ҳавонинг мутлақ босими ўзгаришининг боғлиқлиги графиги тузилди. Олинган маълумотлар бўйича пахта теримини давом эттиришга

рухсат берувчи ёки тақиқловчи пневмотранспортли камерадаги ҳаво (босим) оқими тезлигининг мезонларини прогнозлаштириш мумкин.

Диссертация ишида амалга оширилган дастурий алгоритмига асосан видеокузатув тизимини қўллайдиган ҳамда бир қатор муҳим вазифаларни бажарадиган фаол интеллектуал ахборотли ўлчов тизимининг функционал схемаси ишлаб чиқилди. Пахта териш машинасининг ишлаш сифатининг кўрсаткичлари агротехник талабларга номувофиқ бўлган тақдирда интеллектуал ахборотли ўлчов тизими қуйидагиларни ўзгартириш учун сигналларни шакллантириши мумкин: барабанлар (V_6); вентиляторларнинг (V_B) айланиш тезликлари; пневмотранспорт тизимидаги ҳаво босими (P_{nc}); қишлоқ хўжалиги машинасининг ҳаракатланиш тезлиги (V_{cxm}); ажраткичлар емирилиши даражаси (S_{ic}); ҳамда пахтани териш унумдорлигига 5% дан ортик бевосита таъсир этувчи бошқа омиллар.

Тадқиқот ишида қишлоқ хўжалиги машиналарининг режимли параметрларини назорат қилувчи ва созловчи интеллектуал тизим ва унинг ишлаш математик модели ва алгоритмлари тақлиф этилди (8-расм).



8-расм. Марказий интеллектуал микроконтроллернинг ишлаш алгоритми

ХУЛОСА

“Машина-тракторли агрегатларнинг эксплуатацион-технологик параметрларини назорат ва диагностика қилувчи масофавий тизим” мавзуси бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари бўйича қуйидаги хулосалар шакллантирилди:

1. Минималлаштирилган бул функциялари кўринишидаги пахта териш машинасининг ҳолатини баҳолашга ёрдам берувчи пневмотранспортли камерасини, шпинделлар ва вентиляторлар айланиши ҳолатини назорат ва диагностика қилиш тизими ишлашининг математик моделлари қурилди.

2. Кўшимча назорат сигналини киритиш ва узатиладиган маълумотларни такрорлаш орқали ноаниқ диагностик маълумотларни чиқариб ташлашга асосланган пахта териш машинасининг назорат қилинадиган параметрларининг назорат ва диагностика қилиш аниқлигини оширишга йўналтирилган усул ишлаб чиқилди.

3. Ўтказилган экспериментал тадқиқотларнинг натижалари бўйича пахта териш машинаси пневмотранспорт тизимининг ифлосланиш даражасига кўра турли датчиклар чиқиш тавсифларининг ўзгаришига боғлиқлигини кўрсатувчи жадваллар ва графиклар тузилган. Бунда шу аниқландики, агарда ҳаво оқимининг тезлиги 5 м/с дан паст бўлса пахта териш машинасининг ҳолати қониқарсиз ҳисобланади.

4. Фотоэлектрик ва индуктив датчиклар базасида пахта териш машинасининг шпинделлари гуруҳи айланиш тезлигини назорат ва диагностика қилувчи масофавий тизим ва микропроцессорли қурилмалар ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган қурилмаларга Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан тегишли ихтиро патентлари берилди (“Пахта териш машинасининг шпинделлари айланиш тезлигини назорат қилиш учун қурилма”, 12.12.2017даги IAP 05526-сон) ва бошқалар.

5. Пахта териш машинасининг ҳосил терим сифати ва унумдорлигини ошириш мақсадида видеокамера асосида узатилган маълумотларни терувчи аппаратнинг ишчи тирқиши кенлигини сошлаш учун қўллайдиган, пахта териш машинасининг ҳаракат тезлигини, пахтани териш тозаллигини назорат қиладиган ахборот-ўлчовли назорат қилувчи ва бошқарувчи интеллектуал тизими таклиф этилди.

6. Пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш тизимини умумлаштирилган иш алгоритм синтез қилинди. Таклиф этилган алгоритм назорат ва диагностика қилиш тизимининг қабул қилувчи ва узатувчи қисмлари ўртасида маълумотлар тезкор алмашинувини, уларга ишлов берилишини, микро ЭХМ дисплейида 10 дан ортиқ маълумотлар идентификацияланишини ва намойиш этилишини таъминлайди.

7. Пахта териш машинаси мисолида машина-тракторли агрегатларнинг мажмуавий эксплуатацион кўрсаткичларини назорат қилиш ва қайд этилишини таъминлайдиган дастурий симулятор ишлаб чиқилди. Симулятор ишлаб чиқилган ихтисослаштирилган қурилма ҳамда машина-тракторли

агрегатлари эксплуатацион параметрларининг математик моделлари асосида яратилди.

8. Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг мувофиқ сертификати билан тасдиқланган дастурий симулятор юкланган дастурларнинг бажарилишини реал вақтдан фарқланадиган вақт масштабида амалга оширилишини ҳамда арзонлиги, созланадиган қурилманинг макети мавжуд бўлмаган шароитларда ҳам созлашларни олиб бориш имконини таъминлайди. Дастурни тузиш учун Borland Delphi дастурлаш муҳитидан фойдаланилди.

9. Пахта териш машиналарининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилувчи масофавий тизимни назорат қилиш ва бошқариш қурилмасининг амалдаги локал тажриба намуналари ҳамда унинг алгоритмик воситалари ишлаб чиқилди ва тайёрланди (шпинделлар ва ажраткичлар айланиш тезлигини назорат қилувчи қурилма, териш аппаратининг ишчи тирқиши кенглигини назорат қилиш ва созлаш қурилмаси, ерга нисбатан териш аппаратининг баландлигини назорат қилувчи қурилмаси, пахта териш машинаси тракторининг етакловчи ғилдираги бурилиш бурчагини назорат қилувчи қурилманинг турли вариантлари).

10. Шпинделлар айланиш тезлигини, датчикларнинг сезувчан элементлари миқдори ҳамда маълумотларга ишлов бериш частотаси ўзгаришини ҳисобга олувчи механизмлар айланиш тезлигини ўлчаш усули ишлаб чиқилди. Таклиф этилган усул квантлаш хатолигини камайтиради, пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилиш аниқлигини оширади.

11. Шпинделлар айланиш тезлиги, шпинделнинг битта айланишида импульслар сони ҳамда ўлчашнинг вақт интервалига боғлиқ бўлган квантлаш хатолигини баҳолаш математик модели ишлаб чиқилди. Мазкур математик модел ўлчаш жараёнидаги хатоликларни ва айланишдан тўхтаб қолиш вақтини баҳолаш имконини беради.

12. Пахта териш машинасининг технологик параметрларини назорат ва диагностика қилувчи масофавий тизимнинг ТДТУ илмий-тадқиқот лабораторияларида, УзГЦИТТнинг синов полигонларида ўтказилган лаборатория ва дала синовларининг натижалари, унинг юқори иш самарадорлигини ва ишончилигини кўрсатди. Диагностик тизими кўрсаткичларини УзГЦИТТнинг ўлчов асбоблари маълумотлари билан саккизта технологик параметрлар бўйича ўтказилган солиштирма таҳлили уларнинг тўлиқ мослигини кўрсатди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.2019.Т.03.02
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

УЛЖАЕВ ЭРКИН

**ДИСТАНЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ
АГРЕГАТОВ**

05.03.01 – Приборы. Методы измерения и контроля (технические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc)
ДИССЕРТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2020

Тема докторской (DSc) диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2020.2.DSc/T343

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета по адресу (www.tdtu.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.uz.

Научный консультант: **Игамбердиев Хусан Закирович**
доктор технических наук, профессор, академик

Официальные оппоненты: **Гулямов Шухрат Манапович**
доктор технических наук, профессор

Назаров Абдулазиз Муминович
доктор технических наук, профессор

Плахтиев Анатолий Михайлович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта**

Защита диссертации состоится «13» 06 2020 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.2019.T.03.02 при Ташкентском государственном техническом университете по адресу: 100095, г.Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрировано №159). Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: 246-03-41.

Автореферат диссертации разослан «06» 06 2020 года.
(реестр протокола рассылки №6 от «01» 06 2020 года)



Н.Р.Юсупбеков

Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор, академик АН РУз

У.Ф.Мамиров

Учёный секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней,
доктор философии по техническим наукам

У.Т.Мухамедханов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире особое внимание уделяется усовершенствованию и разработке новых методов, технических средств, различных измерительных приборов, систем дистанционного контроля, диагностики и управления в целях увеличения выпуска высококачественной продукции с наименьшими энергетическими и материальными затратами. В странах, где развиты промышленность и сельское хозяйства, большое значение придается разработке технических средств, контролирующих проведение качественного сбора выращенной продукции, например, хлопка-сырца. В связи с этим разработка приборов контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочной машины, влияющих на проведение качественного сбора хлопка, считается важной востребованной задачей.

В мире широким фронтом проводятся научно-исследовательские работы по получению точных сведений о различных параметрах, свойствах контролируемых объектов, а также по разработке систем контроля и диагностики состояния приборов и технических средств, работающих в сложных климатических, рельефных и агрессивных условиях. В связи с этим весьма важной задачей выступает разработка методов и технических средств систем контроля и диагностики технологических параметров, позволяющих оперативно проводить контроль и диагностику надежности функционирования контролируемых объектов с высокой точностью и достоверностью информации, отвечающей требованиям к их метрологическим характеристикам.

В Узбекистане особое внимание уделяется внедрению инновационных технологий контроля, диагностики и управления технологическими параметрами динамических объектов, разработке соответствующих технических средств и способов. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 г.г. отмечен ряд задач, в частности: «... дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, ... сокращение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий, расширение использования возобновляемых источников энергии, повышение производительности труда в отраслях экономики». Для реализации этих задач важным считается оснащение новыми интеллектуальными устройствами системы контроля и диагностики режимов работы машинно-тракторных агрегатов, а также оснащение современными микропроцессорными средствами контроля и управления, повышающими производительность и качество проектируемых и используемых местных сельскохозяйственных машин и оборудования.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан № УП–4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» от 7 февраля 2017 года и Постановлениями Президента Республики Узбекистан № ПП–3151 «О мерах по дальнейшему расширению участия отраслей и сфер экономики в повышении качества подготовки специалистов с высшим образованием» от 27 июля 2017 года, № ПП–3682 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов» от 27 апреля 2018 года, а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго– и ресурсосбережение», а также IV. «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². Научные исследования, направленные на разработку и создание, дистанционных систем контроля и диагностики с соответствующими алгоритмическим и программным обеспечением эксплуатационно-технологических параметров и работы узлов подвижных и стационарных машин, агрегатов, летательных аппаратов, медицинского и энергетического оборудования, а также машинно-тракторных агрегатов ведутся в ведущих научных центрах и специализированных конструкторских бюро по автоматике, высших образовательных учреждениях мира, в том числе: General Electric Transportation (США), Международной лаборатории LIEF. Hitachi, Mitsubishi Electric (Япония), Institute of Communications Tehnology Hannover, Siemens, AEG, SEL., в техническом университете в Брауншвейге (Германия), Baumbardier transportations (Канада-Швеция), Wecan Argotexservis (Южная Корея), Chinese Association of Automation (Китай), МГТУ имени Н.Э.Баумана, Московском институте инженеров транспорта, Кубанском Научно-исследовательском институте по испытаниям машинно-тракторных агрегатов, Санкт-Петербургском институте электрификации и механизации сельского хозяйства, Белорусском СКБ по автоматизации машин и агрегатов.

В результате мировых исследований по разработке и совершенствованию моделей, методов и алгоритмов интеллектуализации процессов контроля и управления динамическими объектами в условиях неопределенности информации получен ряд научных результатов, в том числе, разработана интеллектуальная бортовая система управления летательными аппаратами (Jonson Space Centre США), интеллектуальная система управления микроклиматом в автомобилях (Hitachi, Япония); экспертная медицинская

² Обзор научных исследований по теме диссертации составлен на основании <http://www.works.doklad.ru>, <http://www.refdt.ru>, <http://www.km.ru>, <http://osp.ru/os>, http://www.catarc.ac.cn/ac_en, <http://en.caa.org.cn/>, <https://www.springer.com/gp/book/9783319620411> и других источников.

система (Kawasaki Medikal School, Япония); система управления движением поездов метрополитена линии Ханвоку (Международная лаборатория LIEF, Япония), интеллектуальные роботы (Ibraki University, Япония); интеллектуальные микроконтроллеры (Department of Electron and intelligent System, США); модели тракторов, выпускаемые фирмами: JohnDeere, CaseIH, CLAAS, Massey-Ferguson, Ford, WhiteStagier, FIATagri, Renault, KHD, Fendt, Mercedes-Benz (Германия), оснащенные системами автоматического контроля, управления и информирования тракториста; системы автоматизации контроля и сигнализации отдельных параметров для тракторов и сельхозмашин производят специализированные фирмы электронного оборудования: DickeyJohn, TRW, Micro-Track, LNAgro, BDS Technology, JohnDeere (Швеция); Компания Vision Trac. John Deere (Швеция) разработали новую систему интерактивного регулирования комбайна (ICA) для уменьшения потерь и оптимизации качества зерна и соломы; ПЭВМ серии БК402.

В мировых исследованиях, посвященных разработке дистанционных систем контроля и диагностики технологических параметров машинно-тракторных агрегатов с привлечением достижений современных информационных технологий, а также формированию ряда приоритетных направлений, проводятся различные исследования, в том числе ориентированные на разработку математических моделей с учетом неопределенности исходной информации; алгоритмов интеллектуализации процессов контроля и управления параметрами технологических процессов; на моделирование динамических процессов горизонтально-шпиндельных уборочных аппаратов; а также посвященные перспективам развития агропромышленного комплекса и его технического сервиса; оптимизации систем машин для агропромышленного комплекса и электрификации сельского хозяйства; исследованию и созданию рабочих органов хлопкоуборочных аппаратов с высокой эффективностью и производительности в условиях неопределенности внешней и внутренней информации исследуемой системы.

Степень изученности проблемы. Анализ вопросов исследования теоретических и практических задач показывает, что в настоящее время достигнуты определенные успехи в области и создания систем диагностики объектов как подвижного, так и стационарного характера. По результатам мировых исследований большой вклад в развитие теории и практики разработки и создания систем контроля и сигнализации технологических параметров различных объектов внесли зарубежные ученые: А.А.Андреев, М.М.Арановский, М.М.Арашевский, В.С.Бурцев, Е.Н.Вавилов, Э.Э.Гасанов, С.П.Гельфенбейн, С.А.Гинзбург, Ю.В.Гуляев, С.А.Иофинов, Б.Г.Лазеров, В.А.Павлык, Е.И.Пийл, Г.Н.Портной, А.И.Репин, А.Н.Савельев, В.Р.Сабанин, С.И.Самойленко, Д.А.Голушко, А.С.Макаров, Р.Изерман, А.И.Орлов, А.Е.Стецюк (Россия), Ch.W.Bachman, D.Ritchi (США), E.F.Codd, C.J.Date, Alan Turing (Великобритания), E.N.Gilbert (Германия), R.C.Bose, Danish Jamil (Индия) и др.

В теорию и практику достоверизации информации систем автоматического контроля, сигнализации и управления параметрами различных объектов значительный вклад внесли отечественные ученые: А.Д.Абдазимов, И.Н.Азаров, С.Р.Аликулов, В.В.Байдюк, Т.Ф.Бекмуратов, А.Д.Глущенко, Ю.В.Гроховский, И.П.Гельфенбейн, Ш.М.Гулямов, Х.З.Игамбердиев, М.М.Камилов, А.И.Корсун, А.Р.Марахимов, Р.М.Матчанов, М.М.Мусаев, М.М.Мухиддинов, А.Ризаев, А.С.Садриддинов, М.Т.Тошболтаев, Ю.Г.Шипулин, Н.Р.Юсупбеков и др.

Вместе с тем, в научных публикациях в недостаточной мере рассмотрены вопросы создания математических моделей функционирования и диагностики состояния рабочих узлов МТА, интеллектуальных алгоритмов функционирования дистанционных систем контроля, диагностики состояния и управления режимными параметрами узлов, а также перспективных методов повышения производительности машин и качества уборки урожая в условиях неопределенности и рисков.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках Республиканских государственных инновационных и фундаментальных грантов №ОТ-Ф1-080 «Разработка концепций и принципов построения интеллектуальных систем управления сложными технологическими процессами и производствами» (2007–2011), №Ф-4-56 «Разработка теоретических основ и методов структурно-параметрического синтеза интеллектуальных систем управления сложными технологическими объектами на основе нечетко-множественных представлений» (2012–2016), №ИОТ-2015-4-5 «Внедрение опытного образца бортовой микропроцессорной системы контроля и сигнализации эксплуатационных и технологических параметров хлопководческих машинно-тракторных агрегатов (на примере хлопкоуборочной машины МХ-1,8 на базе трактора ТТЗ-811)» (2015–2017).

Цель исследования является разработка дистанционной системы контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров хлопкоуборочных машин и ее программного обеспечения.

Задачи исследования:

обоснование и выбор основных контролируемых и диагностируемых эксплуатационно-технологических параметров;

синтез локальных и обобщенных структурных, принципиальных схем дистанционной системы контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров хлопкоуборочных машин;

разработка способов повышения точности контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочных машин;

разработка, выбор и обоснование места установки датчиков контроля и диагностики;

разработка алгоритмического и программного обеспечения дистанционной системы контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров объектов;

разработка опытного образца дистанционной системы контроля и диагностики и алгоритмов, основанных на полученных результатах научных исследований;

разработка методов расчета погрешностей измерений параметров хлопкоуборочных машин.

Объектом исследования являются технические средства дистанционной системы, алгоритмы и методы контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров и работы узлов хлопкоуборочных машин.

Предмет исследования составляют методы и алгоритмы контроля и диагностики, структурные методы построения систем и технические средства системы дистанционного контроля и диагностики.

Методы исследования. В процессе исследования использованы методы системного анализа, математический аппарат алгебры логики, методы структурной оптимизации, методы контроля и диагностики технологических параметров и оценки погрешностей измерения.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

разработаны математические модели и алгоритмы контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров хлопкоуборочных машин на основе применения булевых функций в условиях неопределенности исходных данных;

разработана логическая математическая модель, оценивающая качественные показатели ХУМ, в зависимости от входных управляющих сигналов с учетом, возмущающих воздействий и внутренних состояний рабочих узлов ХУМ;

разработаны интеллектуальные алгоритмы контроля и диагностики работы МТА;

разработаны алгоритмы, обеспечивающие оперативный обмен информацией между бортовой и аппаратной частями разработанной системы контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочных машин;

разработана математическая модель системы контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочной машины, отражающая состояние пневмотранспортной камеры, вентиляторов и скорости вращения шпинделей ХУМ;

разработана инженерная методика контроля и диагностики вращающихся механизмов в зависимости от скоростей их вращения, частоты работы устройства и количества чувствительных элементов;

разработан программный симулятор для системы дистанционного контроля и регистрации комплексных эксплуатационных показателей МТА применительно к условиям эксплуатации хлопкоуборочной машины (ХУМ);

предложена перспективная интеллектуальная информационно-измерительная система контроля и управления режимами работы хлопкоуборочной машины.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана система дистанционного контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров хлопкоуборочных машинно-тракторных агрегатов;

разработаны алгоритмы и программные средства, позволяющие оперативно контролировать и прогнозировать эксплуатационно-технологические параметры хлопкоуборочных машин и отображать их в удобном для оператора виде, предсказывать причины неисправностей, повысить надежность работы хлопкоуборочной машины.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается адекватностью созданной математической модели системы дистанционного контроля и диагностики, а также соответствием результатов опытных испытаний итогам теоретических и экспериментальных исследований, выполненных с применением современных способов и средств.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в совершенствовании научно-теоретических основ построения систем дистанционного контроля и диагностики, основанных на применении математического аппарата алгебры логики, методик повышения точности контроля и диагностики состояния контролируемых параметров, на основе исключения неопределенных диагностических функций посредством дополнительного ввода контрольного сигнала и дублирования передаваемой информации.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что применение разработанной системы дистанционного контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочных машин способствует повышению их производительности до 5%, улучшает качество сбора хлопка-сырца и имеет социальное значение.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов в сфере контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров хлопкоуборочных машин:

получен патент на изобретения Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на устройства измерения и контроля скорости вращения шпинделей хлопкоуборочной машины («Устройство для контроля скоростей вращения шпинделей хлопкоуборочной машины», IAP 05526-2017 г.). В результате возникает возможность обнаружения причины потери хлопка за счет появления неисправностей в узлах ХУМ.

разработанные математические модели и алгоритмы контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров хлопкоуборочных машин на основе применения булевых функций в условиях неопределенности исходных данных внедрены в ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справка №03-07/1027 от 2-июня 2020 года о внедрении АО «Узагротехсаноатхолдинг»), полученные результаты дали возможность

построить устройство контроля, позволяющая с большой точностью контролировать технологические параметры хлопкоуборочной машины;

разработанные интеллектуальные алгоритмы и программные средства контроля и диагностики работы МТА внедрены в ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справка №03-07/1027 от 2-июня 2020 года о внедрении АО «Узагротехсаноатхолдинг»). В результате интеллектуальные алгоритмы и программное обеспечение, разработанные для мониторинга и диагностики работы машинно-тракторных агрегатов, позволили использовать в качестве части системы мониторинга и диагностики для мониторинга и диагностики более 10 параметров хлопкоуборочной машины;

разработанные алгоритмы, обеспечивающие оперативный обмен информацией между бортовой и аппаратной частями системы контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочных машин внедрены в ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справка №03-07/1027 от 2-июня 2020 года о внедрении АО «Узагротехсаноатхолдинг»). Интеллектуальные алгоритмы и программные средства дали возможность с большой скоростью обмениваться информацией между бортовой и аппаратной частями системы контроля и диагностики;

предложенная интеллектуальная информационно-измерительная система контроля и управления режимами работы хлопкоуборочной машины внедрена в ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справка №03-07/1027 от 2-июня 2020 года о внедрении АО «Узагротехсаноатхолдинг»), предложенная интеллектуальная информационно-измерительная система дала возможность контролировать технологические параметры ХУМ и управлять работой ХУМ согласно установленным критериям;

Апробация результатов исследования. Теоретические и практические результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на 20 международных и 15 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 68 научных работ, из них – 1 монография, 30 научных статей, в том числе 20 в республиканских и 10 в зарубежных журналах, рекомендованных ВАК РУз для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, 28 тезисов докладов на международных и республиканских научных конференциях, получены 10 патентов на изобретения и 10 свидетельств об официальной регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы из 186 наименований, приложений. Объем диссертации составляет 195 страниц и приложения на 63 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность проведенного исследования, отражены цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложена научная новизна и практические результаты исследования, обоснована научная и практическая значимость полученных результатов, отражено внедрение в практику результатов исследования, приведены сведения об опубликованных работах и о структуре диссертации.

В первой главе «**Проблемы контроля, диагностики и управления эксплуатационно-технологическими параметрами машинно-тракторных агрегатов (МТА)**» обосновано, что для построения оптимальной структуры систем контроля, диагностики и управления технологическими процессами и работой узлов сельхозмашин, (в частности, тракторов и хлопкоуборочных машин), необходимо в первую очередь формализовать процесс функционирования узлов МТА в целом. В работе определены решаемые задачи.

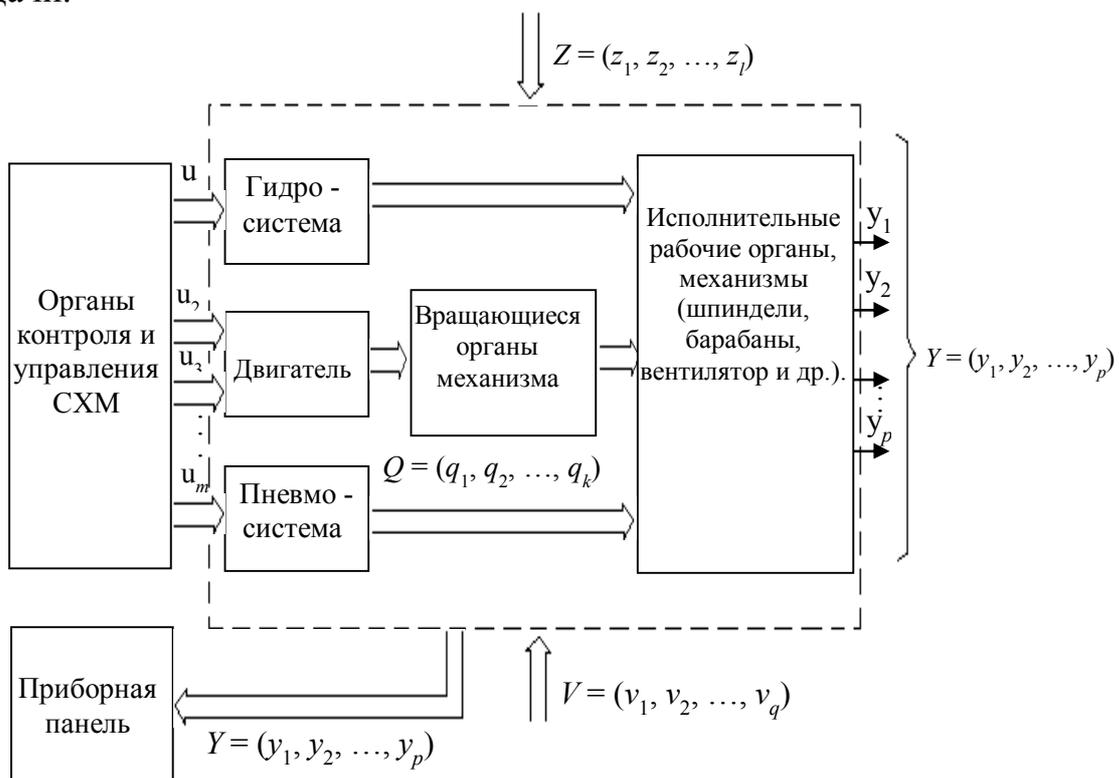


Рис. 1. Формализованное представление обобщенной структуры сельхозмашины

За конечный интервал времени в МТА поступает конечное число входных и управляющих сигналов, а на выходе образуются выходные сигналы. Выходными сигналами «у», являются элементы некоторого множества Y , они определяются по состояниям объектами $q(t)$. Аналогично можно положить, что за конечный интервал времени МТА выдает конечное число выходных сигналов. Формализованная обобщенная структура сельхозмашины как

объекта контроля и регулирования проведена на рис.1. В работе рассмотрены вопросы изменения всевозможных состояний контролируемых, неконтролируемых и других параметров объекта.

Применим обозначения для операторов, являющихся частными видами оператора Q и определяющих состояния МТА в момент (t^*+0) поступления в МТА входного управляющего сигнала. Зависимость внутреннего состояния описывается в виде:

$$q(t^*+0) = B'[q(t^*), u, v_s, z_s]. \quad (1)$$

Аналогично, в момент (t^*+0) поступления в МТА контролируемого и неконтролируемого возмущающего воздействия u, z , внутреннее состояние описывается в виде:

$$q(t^*+0) = B''[q(t^*), z, v_s, z_s]. \quad (2)$$

При одновременном поступлении входного управляющего, u , контролируемого (v) и неконтролируемого (z) возмущающих воздействий: сигналов имеем

$$q(t^*+0) = B[q(t^*), u, v, z]. \quad (3)$$

Наконец, если $t^* + 0$ — момент выдачи выходного сигнала y , имеем

$$q(t^*+0) = W[q(t^*), u_s, v, z]. \quad (4)$$

В интервалах между особыми состояниями значение $q(t)$ определяется при помощи операторов D_t^* , вид которых в общем случае зависит от особого состояния, являющегося для данного интервала времени начальным:

$$q(t) = D_t[q(t^*+0), u_s, v, z, t]. \quad (5)$$

Здесь t^* - момент особого состояния, являющегося исходным для данного интервала времени. Q является случайным оператором, без изменения переносимым на его частные виды D, B', B'', B и W .

Анализ изменения качественных значений выходных параметров (Y) показал, что они изменяются как от контролируемых входных возмущающих воздействий (v), так и от неконтролируемых входных возмущающих воздействий (z), которые необходимо учитывать в процессе разработки системы контроля, диагностики и управления функционированием.

В работе проведен литературный обзор научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, посвященных автоматизации контроля и диагностики технологических параметров машинно-тракторных агрегатов. Изучена степень автоматизации машинно-тракторных агрегатов и других аппаратов в зарубежных странах. Подчеркивается сложность применения зарубежных бортовых систем контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров МТА, в том числе вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины, обусловленная жесткими климатическими условиями Средней Азии, особенностями построения отечественных ХУМ и дороговизна обслуживания системы и др.

Отечественные хлопкоуборочные машины, тракторы серии ТТЗ, оснащены только приборами, контролирующими параметры систем двигателя. Технологические параметры хлопкоуборочной, кормоуборочной, посевной и других агрегируемых с тракторами ТТЗ сельскохозяйственных машин не контролируются в процессе работы.

Создателями МТА и другими учеными разработан ряд устройств в классе систем автоматизации контроля и управления ведущего колеса (угол поворота), регулировки рабочей щели и высоты уборочного аппарата хлопкоуборочных машин относительно поверхности земли. Показано, что эти разработанные системы и устройства носят локальный характер и не получили практического применения. Исходя из этого, подчеркнута необходимость и востребованность выполнения реферируемой диссертационной работы, в которой приводится классификация методов и средств контроля и диагностики работы узлов, состояния технологических параметров исследуемых объектов. Обоснован метод контроля и диагностики надежности работы МТА, основанный на применении визуализации текущего состояния объекта в графическом виде и в виде цифровых данных с сигнализацией превышения их предельных значений.

Среди известных методов повышения надежности работы машинно-тракторных агрегатов хлопкового комплекса эффективна комплексная автоматизация дистанционного контроля и диагностики с применением современных интеллектуальных микропроцессорных средств с соответствующим программным обеспечением. Показано, что для диагностики эксплуатационных параметров и состояния технологических переменных хлопкоуборочных машин наиболее приемлемо применение логической методики распознавания и сформулированы технические требования к системе дистанционного контроля и диагностики эксплуатационно-технологических параметров МТА.

Во второй главе **«Разработка интеллектуального устройства и алгоритма функционирования дистанционной системы контроля и учета эксплуатационно-технологических параметров МТА»** осуществлена оценки эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов, и их узлов на примере хлопкоуборочной машины (ХУМ).

Выделены основные эксплуатационные параметры и узлы ТРАКТОРА ТТЗ-80 -ХУМ. Полная автоматизация процессов контроля и регистрации всех выбранных параметров (показателей) приводит к усложнению как алгоритмов контроля и вычисления, так и структуры микропроцессорного вычислительного устройства. На начальных этапах можно ограничиться разработкой алгоритмов контроля и регистрации, позволяющих контролировать и регистрировать часть параметров автоматически, а другую часть - полуавтоматическими способами.

В работе предложены алгоритмы и программные средства, позволяющие вычислять показатели МТА в виде следующих математических выражений (моделях):

- количество циклов работы узлов:

$$K_{p1} = \sum_{i=1}^n K_{p1i}; K_{p2} = \sum_{i=1}^n K_{p2i}; \dots; K_{pj} = \sum_{i=1}^n K_{pji}; \quad (6)$$

- общая продолжительность работы узлов:

$$T_{\epsilon 1} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon 1i}; T_{\epsilon 2} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon 2i}; \dots; T_{\epsilon j} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon ji}; \quad (7)$$

- среднее время работы узлов:

$$T_{1cpв} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon li} / \sum_{i=1}^n K_{pli}; T_{2cpв} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon 2i} / \sum_{i=1}^n K_{p2i}; \dots; T_{\epsilon jcp} = \sum_{i=1}^n T_{\epsilon ji} / \sum_{i=1}^n K_{pji}; \quad (8)$$

- время простоя узлов:

$$T_{1n} = \sum_{i=1}^n T_{1ni}; T_{2n} = \sum_{i=1}^n T_{2ni}; \dots; T_{jn} = \sum_{i=1}^n T_{jni}. \quad (9)$$

Необходимо оценить следующие суммарные элементы рабочего времени: T_1 – чистое время работы; T_2 – время простоев из-за технологического обслуживания; T_3 – время на устранение технологических отказов; T_4 – время технического обслуживания машины; T_5 – время на устранение технических отказов; T_6 – время на ежемесячное техническое обслуживание и т.д.

В работе предложено осуществлять контроль и регистрацию вышеописанных показателей автоматическим способом, с применением микропроцессорных систем с помощью соответствующих алгоритмических и программных средств, выполняющих установленные условия.

Структурная схема специализированного микропроцессорного устройства, осуществляющего контроль и регистрацию эксплуатационно-технологических показателей СХМ, состоит из следующих блоков: датчиков автоматического и полуавтоматического контроля, переключателей (работы) узлов СХМ, нормирующих блоков микропроцессора (микро-ЭВМ), блока клавиатуры (БКЛ) и цифрового показывающего устройства (дисплея) проведена на рис.2.

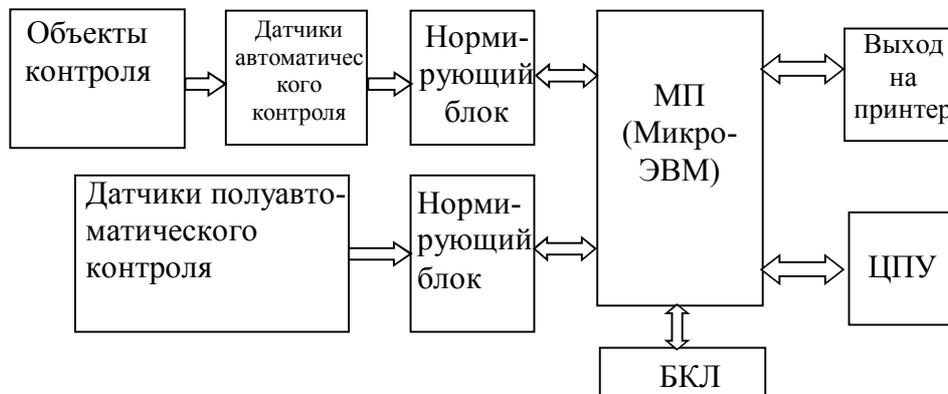


Рис.2. Структурная схема микропроцессорного устройства контроля и обработки эксплуатационно-технологических параметров СХМ.

Разработанное специализированное микропроцессорное устройство с соответствующим алгоритмом ввода и обработки информации осуществляет измерения количества и времени работы каждого контролируемого рабочего узла СХМ. В конце смены, вычисляются остальные эксплуатационно-технологические показатели СХМ. Обработанные данные поочередно отображаются на цифровом показывающем устройстве (или их можно отпечатать).

На основе разработанной микропроцессорной системы контроля эксплуатационных параметров СХМ построены логические математические модели интеллектуальной информационно-измерительной системы контроля

эксплуатационно-технологических параметров хлопкоуборочной машины. При построении логических математических моделей, оценивающих работу ХУМ, введены следующие условные обозначения: $x_{1ш}$ – скорость вращения шпинделя ($x_{1ш}$ – норма, $\bar{x}_{1ш}$ – ниже нормы); x_p – давление в пневмотранспортной системе (x_p – норма, \bar{x}_p – ниже нормы); $x_{\bar{o}}$ – скорость вращения барабана ($x_{\bar{o}}$ – норма, $\bar{x}_{\bar{o}}$ – ниже нормы); $x_{2ш}$ – скорость вращения шпинделя после переключения барабана на более высокую скорость ($x_{2ш}$ – норма, $\bar{x}_{2ш}$ – ниже нормы) и т.п.

При этом логическая математическая модель, обеспечивающая условие «НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ» работы ХУМ, представлена в следующем виде:

$$Y_{нор} = f(x_{1ш} \wedge x_p \wedge x_{\bar{o}}) = f(1 \wedge 1 \wedge 1) = 1 \quad (10)$$

ХУМ должна нормально работать («НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ») если: $x_{1ш} \geq$ норма; $x_p \geq$ норма; $x_{\bar{o}} \geq$ норма. Аналогичным образом сформирован подход к построению математической модели других режимных параметров ХУМ, например, останов машины необходимо производить в следующих условиях (режим останова), если: $x_{1ш} \geq$ норма; $\bar{x}_p \leq$ ниже нормы; $x_{\bar{o}} \geq$ выше нормы; $x_{2ш} \leq$ ниже нормы. На основе этих логических операций, построены логические математические модели «ОСТАНОВ МАШИНЫ» в двух вариантах, первый вариант:

$$Y_{осм1} = f(x_{1ш} \wedge \bar{x}_p) = f(1 \wedge 0) = 0 \quad (11)$$

второй вариант имеет следующий вид:

$$Y_{осм2} = f(x_{1ш} \wedge x_{\bar{o}} \wedge \bar{x}_{2ш}) = f(1 \wedge 1 \wedge 0) = 0 \quad (12)$$

В диссертационной работе, предложен программный симулятор, созданный на базе структурной схемы системы контроля и регистрации эксплуатационных параметров ХУМ. Симулятор обладает возможностью загружать файлы программы во всех форматах, максимально полно отображать информацию о состоянии ресурсов имитируемого микропроцессорного устройства, а также представляет возможность симуляции выполнения загруженной программы в различных режимах. В процессе отладки модель выполняет программу, и на экране компьютера отображается текущее состояние модели. Особенность программного симулятора состоит в том, что исполнение программ, загруженных в симулятор, происходит в масштабе времени, отличном от реального. В данной главе диссертационной работы проведен выбор и обоснование пределов изменения технологических параметров хлопкоуборочной машины.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «Синтез математических моделей контроля и диагностики технологических параметров ХУМ», рассмотрены вопросы, связанные с построением математических моделей разрабатываемых локальных устройств систем контроля и диагностики состояния пневмотранспортной камеры и других параметров ХУМ.

Синтез математической модели системы контроля и диагностики состояния пневмотранспортной камеры хлопкоуборочной машины проведен на основе выбранного метода диагностики. При этом приняты следующие

обозначении: D_1 – диагноз, оценивающий состояние пневмотранспортной камеры как неудовлетворительное, D_2 – диагноз, оценивающий состояние пневмотранспортной камеры как удовлетворительное и D_3 – диагноз, оценивающий состояние пневмотранспортной камеры как хорошее. При этом в соответствии с изменениями состояний входных сигналов-признаков (скорости потока воздуха в пневмотранспортной камере) построена таблица истинности, отображающая комбинации выходных всевозможных состояний диагностического устройства.

При построении булевых функций, диагностирующих состояние скорости потока воздуха в пневмотранспортной камере, проведен анализ по выявлению признаков–диагнозов D_1, D_2 и D_3 в зависимости от появления входных сигналов x_1, x_2, x_3 и определены факторы, влияющие на точность диагностирования. Для повышения достоверности диагностирования в состав входных признаков предложено вводить дополнительные признаки или принять меры, способствующие четкому различению одного диагноза от другого.

В таблице 1 представлен таблица истинности построенный с учетом сложности и неопределенности оценки появления выходных признаков, связанных с изменением поступающих сигналов x_1, x_2, x_3 .

Таблица 1
Таблица истинности

№	Состояния входов	Состояния выходов			Состояния признаков
1	0	0	0	0	Невозможное состояние
2	1	0	0	1	Признак диагноза
3	1	0	1	0	Признак диагноза
4	1	0	1	1	Невозможное состояние
5	1	1	0	0	Признак диагноза
6	1	1	0	1	Неопределенное состояние
7	1	1	1	0	Неопределенное состояние
8	1	1	1	1	Невозможное состояние

Для правильной оценки наличия признака неудовлетворительного состояния (D_1) в табл. 1 принята единственная булева функция в ДНФ, описывающая пятую строку табл. 1:

$$D_1 = y_1 \vee \overline{y_2} \vee \overline{y_3} \quad (13)$$

Аналогичным образом выбраны булевы функции, описывающие соответственно единственные признаки удовлетворительного и хорошего состояния признаков D_2 и D_3 в ДНФ:

$$D_2 = \overline{y_1} \vee y_2 \vee \overline{y_3}, \quad (14)$$

$$D_3 = \overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee y_3. \quad (15)$$

Последние булевы функции табл.1 отражают неопределенные состояния признаков в ДНФ. По данным таблицы построены системы уравнений, описывающие зависимости диагностических функций от входных сигналов. Анализ системы уравнений, оценивающей состояние признаков соответствующих диагнозов, показал, что только приведенными входными сигналами и выходными состояниями невозможно оценить действительное состояния пневмотранспортной камеры – из-за множества неопределенных признаков. В связи с этим в работе предложена методика повышения точности контроля и диагностики, основанная на применении метода исключения неопределенных диагностических функций. Для этого предложен ввод дополнительного контрольного сигнала посредством дополнительного фотоэлектрического датчика и дублирования передачи данных.

На основе новой таблицы и системы уравнений в виде булевых функций составлены единственные булевы функции, формирующие диагнозы D_1 , D_2 , D_3 в следующих дизъюнктивно-конъюнктивных нормальных формах (ДКНФ):

для диагноза D_1 :

$$D_1 = (\overline{y_1} \vee y_2 \vee y_3 \vee \overline{y_4}) \wedge (\overline{y_1} \vee y_2 \vee y_3 \vee y_4). \quad (16)$$

для диагноза D_2 :

$$D_2 = (y_1 \vee \overline{y_2} \vee y_3 \vee \overline{y_4}) \wedge (\overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee y_3 \vee \overline{y_4}) \wedge (y_1 \vee \overline{y_2} \vee y_3 \vee y_4) \wedge (\overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee y_3 \vee y_4). \quad (17)$$

для диагноза D_3 :

$$D_3 = (y_1 \vee y_2 \vee \overline{y_3} \vee \overline{y_4}) \wedge (\overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee \overline{y_3} \vee \overline{y_4}) \wedge (y_1 \vee y_2 \vee \overline{y_3} \vee \overline{y_4}) \wedge (\overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee \overline{y_3} \vee \overline{y_4}) \wedge (y_1 \vee \overline{y_2} \vee \overline{y_3} \vee \overline{y_4}) = (\overline{y_1} \vee \overline{y_2} \vee y_3 \vee y_4) \wedge (\overline{y_1} \vee y_2 \vee y_3 \vee y_4). \quad (18)$$

В работе поставлена и решена задача построения математической модели диагностических функций устройств контроля отдельных параметров ХУМ. Для этого сформулированы исходные данные, (например, количества контролируемых шпинделей $N_{ш}=6$ и датчиков $N_{д}=6$). При нормальном вращении шести шпинделей максимальное количество формируемых импульсов на выходах шести датчиков будет $n_{од}=6 \times 4=24$ имп и т.д. Далее, принимая значение максимальной вероятности диагностики шпинделей $P(t)=1$, составлена таблица соответствия вероятности состояния шести вращающихся шпинделей от суммарного количества импульсов, формируемых шестью датчиками. При этом условно принято, что удовлетворительное состояние количества нормально вращающихся шпинделей составляет более 75% (от общего количества шпинделей); удовлетворительным состояниям шпинделей соответствует 18 импульсов от общего числа (24) импульсов. Составлены математические модели, отражающие возможные удовлетворительные или неудовлетворительные состояния скоростей вращения шести шпинделей в дизъюнктивной нормальной форме. Аналогичным образом построены математические модели вентиляторов ($P_{y2в}$) и съемников ($P_{y6с}$) хлопкоуборочных машин. Обобщая построенные диагностические функции отдельных технологических

параметров ХУМ, можно провести диагностику единственного удовлетворительного состояния ХУМ по его трём технологическим параметрам в виде следующей конъюнктивной булевой функции:

$$P_{3у3} = P_{у6ш} \wedge P_{у2в} \wedge P_{у6с}. \quad (19)$$

Диагностику возможных неудовлетворительных состояний ХУМ по трём его параметрам можно описать следующей булевой функцией:

$$P_{н3} = \overline{P_{у6ш}} \vee \overline{P_{у2в}} \vee \overline{P_{у6с}}. \quad (20)$$

Подставляя значения $\bar{x} = 0$; $\bar{x} = 1$ в (19), можно убедиться в соответствии состояния ХУМ удовлетворительному или неудовлетворительному состоянию. Построены обобщенная структурная схема и алгоритм работы системы дистанционного контроля и диагностики технологических параметров ХУМ. Один из вариантов интеллектуальной бортовой МПС контроля технического состояния, режимов работы и управления технологическими параметрами ХМТА с трактором ТТЗ приведена на рис.3.

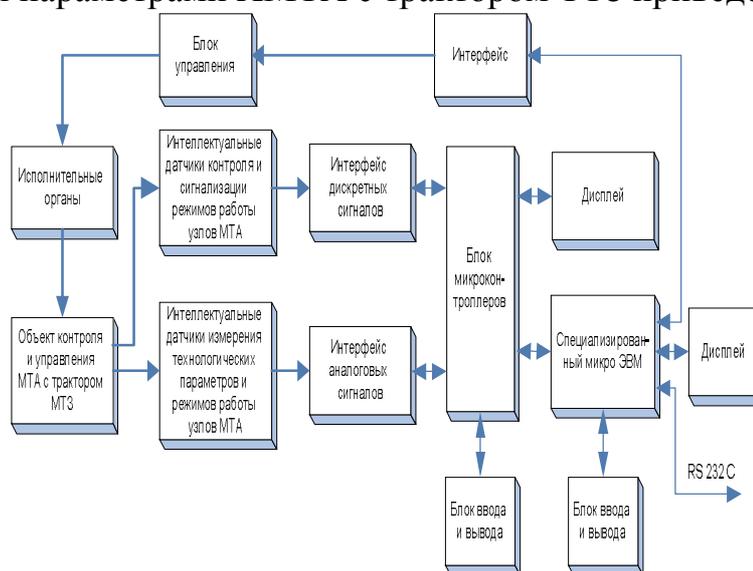


Рис.3. Структурная схема интеллектуальной бортовой МПС контроля технического состояния, режимов работы и управления технологическими параметрами ХМТА с трактором ТТЗ

С целью обеспечения достоверности передачи и приема информации разработан протокол, обеспечивающий обмен информации между микропроцессорным блоком, установленным на уборочном аппарате ХУМ и бортовым компьютером, установленным в кабине трактора (рис.4).

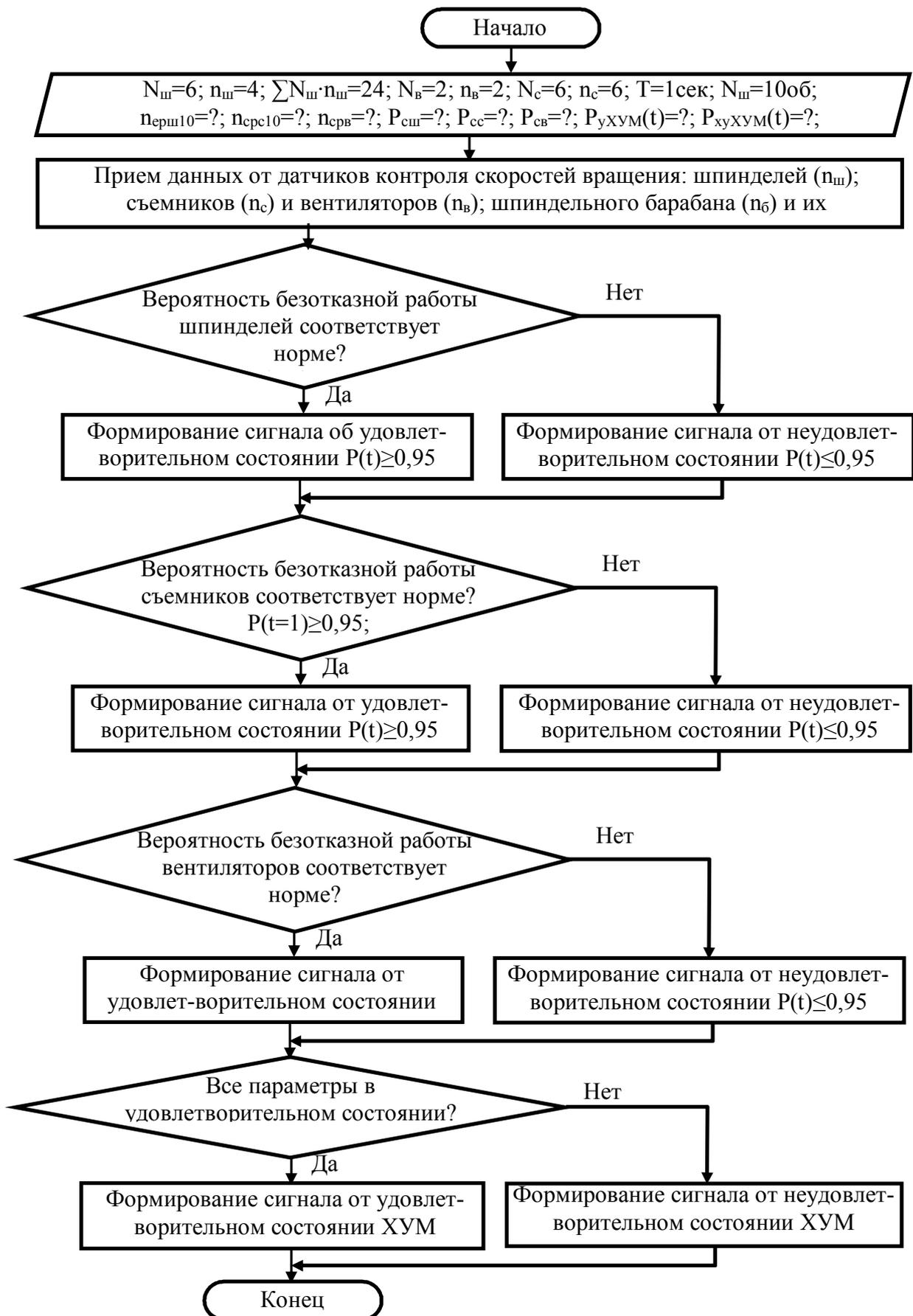


Рис.4. Алгоритм приема и обработка информации о состоянии ХУМ

В четвертой главе диссертации «**Разработка устройств и технических средств систем дистанционного контроля и диагностики технологических параметров МТА**» на основе разработанных математических моделей, структурных схем, алгоритмов контроля, диагностики и управления работой узлов ХУМ приведены разработки и исследования локальных устройств систем контроля, результаты и диагностики технологических параметров МТА, (в частности микропроцессорного устройства контроля и регулирования ширины рабочих щелей уборочного аппарата РЩУА на базе электромагнитного, фотоэлектрического и потенциометрического датчиков), проведен расчет оптимальных параметров электромагнитного преобразователя линейного перемещения.

В работе разработаны усовершенствованные варианты микропроцессорного устройства контроля и регулирования РЩ УА на базе фотоэлектрического и потенциометрического датчиков линейного перемещения, которые успешно прошли опытные испытания. Проведены исследования зависимости изменения выходного напряжения фотоэлектрического датчика от перемещения инфракрасного излучателя, т.е. от изменения ширины РЩ. Зависимости выходных сигналов от изменении ширины РЩ УА является линейной.

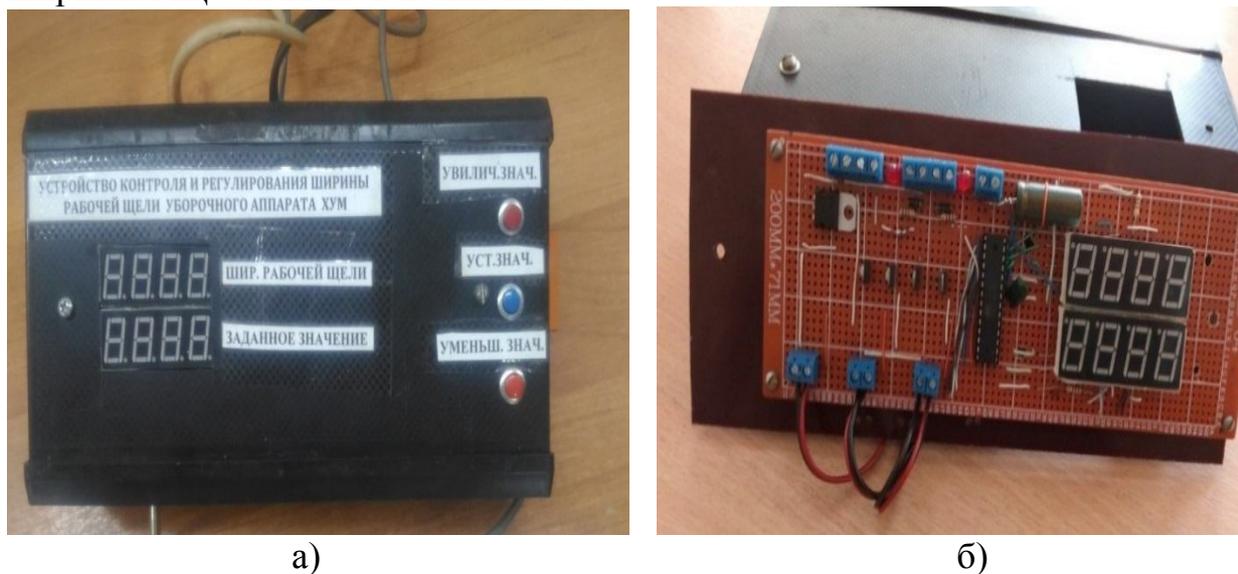


Рис.5. Общий вид аппаратной части (блока контроля и управления) системы (а)-вид спереди; (б)-размещение элементов системы контроля и управления на печатно-монтажной схеме.

В качестве микроЭВМ (блок обработки информации) использован микроконтроллер типа АТМЕГА 8. Общий вид аппаратной части (блока контроля и управления) системы контроля и управления приведен на рис. 5.

Проведены исследования динамических характеристик МПС контроля и регулирования РЩ УА. Результаты исследований, приведенных в полевых условиях, показали, что система работает устойчиво и демонстрирует качественные показатели, удовлетворяющие требованиям работы ХУМ МХ-1,8. Здесь же приведены варианты разработанных устройств по автоматизации контроля и диагностики скоростей вращения шпинделей ХУМ, на которые

Агентством интеллектуальной собственности Республики Узбекистан выданы охранные документы.

В пятой главе диссертации, озаглавленной «**Повышение точности систем контроля и диагностики хлопкоуборочной машины**», проанализированы результаты исследования погрешностей устройств контроля и диагностики ТП ХУМ. Предложена классификация погрешностей дискретных систем, при этом показано, что в зависимости от назначения устройств регистрации и контроля, а также методик проведения измерений, вид и характер исследуемых погрешностей могут быть различными. Рассматриваемому устройству присущи аппаратные, методические, динамические, конструктивные и др. виды погрешностей. Поскольку измерения продолжительности работы узлов хлопкоуборочной машины проводятся многократно, а регистрация их осуществляется цифровыми устройствами, то общее время работы узла (T), в зависимости от показаний прибора (B) и количества измерений (K) с учетом суммарной погрешностей (τ) определяется по формуле: $T = B + K \tau$. В работе применительно к устройству контроля и регистрации эксплуатационных параметров ХУМ проанализированы и другие виды составляющих погрешности. Упрощенная блок-схема одного канала этого устройства представлена на рис.6. Устройство состоит из следующих основных узлов: 1 - индуктивный датчик; 2 - блок согласования; 3 - импульсный фильтр; 4 - генератор тактовых импульсов; 5 - формирователь импульсов задержки; 6, 8, 11 - логические схемы совпадения; 7 - счетчик количества циклов работы узлов; 9 - делитель частоты на 10; 10 - счетчик времени работы узлов; 12 - блок ключей выдачи и сброса информации; 13 - блок дешифраторов; 14 - блок цифровой индикации. Принцип работы устройства заключается в следующем. На второй вход логической схемы совпадения 6 с выхода генератора поступают квантованные импульсы с заданной частотой, а на первый вход с выхода импульсного фильтра (в зависимости от работы узлов) – поступают время - импульсные сигналы, свободные от помех, длительность τ_x которых зависит от продолжительности работы датчика. Число импульсов на выходе схемы совпадения 6 пропорционально длительности время-импульсного сигнала.

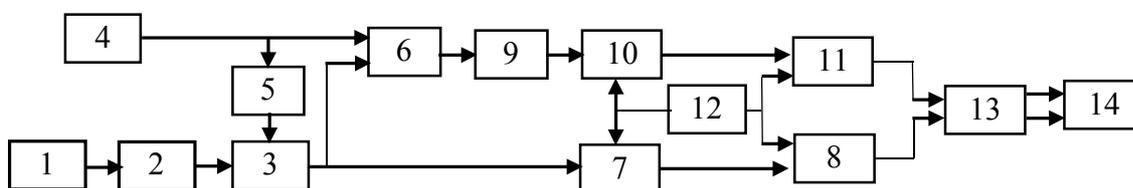


Рис.6. Блок-схема одного канала устройства контроля и регистрации эксплуатационных параметров ХУМ.

Временной интервал, характеризующий продолжительность работы узла, генерируется путем подсчета числа квантованных импульсов стабильной частоты $f_0 = 1/T_0$ появляющихся на выходе схемы совпадения за время τ_x . Погрешность, вносимую делителем частоты, обозначим τ_{dr} . Тогда общая

погрешность исследуемого устройства регистрации и контроля в зависимости от изменения условий эксплуатации состоит из следующих составляющих:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_i \pm \tau \sum_{i=1}^j \tau_i = \tau_r + \tau_d + \tau_{KB} + \tau_{dr} + \tau_{\Delta t} \pm (\tau_{ac} + \tau_f + \tau_{ПР} + \tau_{вых} + \tau_{ПОМ}). \quad (21)$$

Учитывая, что индуктивные датчики, размещенные на первичных органах управления, обладают высокой чувствительностью, а выходные устройства обладают минимальной ошибкой, получаем:

$$\tau_r = 0; \quad \tau_{ПР} = 0; \quad \tau_{oc} = 0; \quad \tau_{вых} = 0.$$

Отсюда выражение (21) можно написать в виде:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_i \pm \tau \sum_{i=1}^j \tau_i = \tau_d + \tau_{KB} + \tau_{dr} + \tau_{\Delta t} \pm (\tau_f + \tau_{ПОМ}). \quad (22)$$

Общая погрешность исследуемого устройства состоит из суммы всех систематических погрешностей и среднеквадратичных отклонений:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_{ic} \pm \sum_{i=1}^n \sigma_i, \quad (23)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$,

$$\sum_{i=1}^n \tau_{ic} = \tau_{KBC} + \tau_{\partial c} + \tau_{\partial rc} + \tau_{\Delta t} + \tau_{fc}, \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i = \sqrt{\sigma_{KB}^2 + \sigma_{\partial r}^2 + \sigma_{\partial}^2 + \sigma_{\Delta t}^2 + \sigma_f^2}. \quad (25)$$

С учетом (24) и (25) выражение (23) запишется в виде:

$$\tau = \tau_{KBC} + \tau_{\partial rc} + \tau_{\partial c} + \tau_{\Delta t} + \tau_{fc} + \sqrt{\sigma_{KB}^2 + \sigma_{\partial z}^2 + \sigma_{\partial c}^2 + \sigma_{\Delta t}^2 + \sigma_{fc}^2}. \quad (26)$$

В соответствии с (20) и (23) и с учетом общих погрешностей для устройства автоматического контроля и регистрации эксплуатационных параметров ХУМ получим общее время работы узлов в виде:

$$T = B + K(\tau_{KBC} + \tau_{\partial rc} + \tau_{\partial c} + \tau_{\Delta t} + \tau_{fc} \pm \sqrt{\sigma_{KB}^2 + \sigma_{\partial r}^2 + \sigma_{\partial}^2 + \sigma_{\Delta t}^2 + \sigma_f^2}). \quad (27)$$

С целью уменьшения этих погрешностей предлагается повысить частоту опроса датчиков. Систематические погрешности можно скорректировать с помощью корректирующих схем или программ. В работе разработано микропроцессорное устройство контроля положения направляющего колеса трактора хлопкоуборочной машины. Точность управления механизатором работы ХУМ зависит от точности контроля положения ведущего колеса. Датчик контроля угла поворота состоит из вращающего потенциометра и служит чувствительным элементом, преобразующим угол поворота ведущего колеса в изменение величины электрического сопротивления. Диапазон угла поворота датчика составляет $\pm 90^0$. Точность обработанного цифрового сигнала зависит от шага квантования аналогового сигнала и алгоритма обработки информации, записанного в память микроконтроллера.

В соответствии с равномерным законом размещения датчиков процесс дискретизации по уровню измеряемой функции $F(X)$ левого/правого угла поворота можно представить в виде графика равномерного квантования по уровню. Исследования значения случайной погрешности производятся за один шаг квантования на участке от X_1 до X_2 . При этом предполагается, что измеряемые углы поворота колес СХМ могут принимать случайные величины, принимающие значения в пределах некоторого конечного интервала от X_1 до X_2 (рис.7) с постоянной плотностью вероятностей. Его функция распределения (рис.7, а) на участке от $-\infty$ до X_1 равна нулю, на участке от X_1 до X_2 линейно возрастает от 0 до 1, а на участке от X_2 до $+\infty$ равно 1.

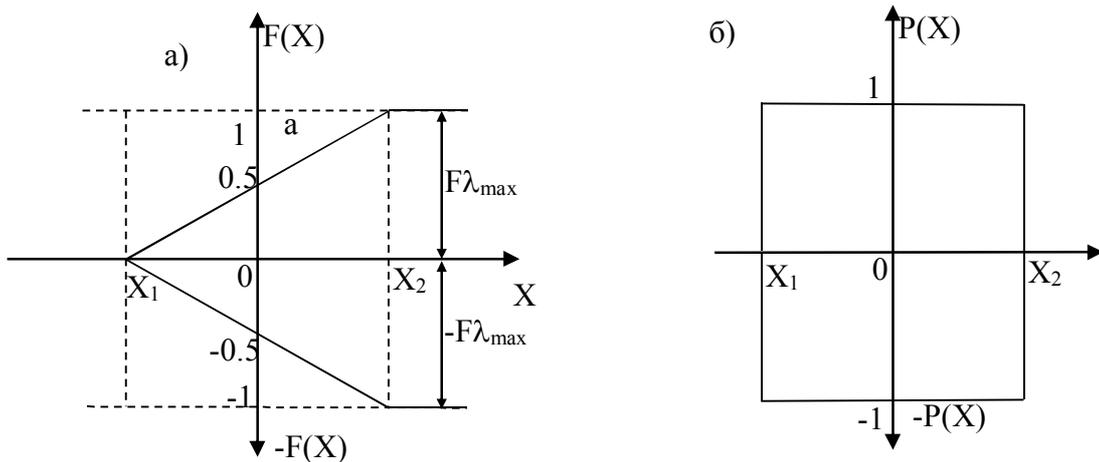


Рис.7. Функция распределения и плотность вероятности погрешности дискретизации при определении угла поворота колес хлопкоуборочной машины.

Плотность вероятности распределения имеет вид, приведенный на рис.7,б и записывается как:

$$\begin{cases} p(x) = 1/(x_2 - x_1) = const & \text{при } X_1 < X < X_2 \\ p(x) = 0 & \text{при } X < X_1 \text{ и } X > X_2 \end{cases} \quad (28)$$

Максимальная ошибка квантования по уровню будет равна $\Delta_{\text{ку max}} = \pm q/2$. Аналогичным образом, в результате квантования функции $F(X) = \lambda(t)$ можно выбрать ряд её дискретных значений. Функцию, описывающую весь диапазон углов поворота колес СХМ (90°) можно разделить на N уровней квантования, число которых будет на единицу больше, нежели число интервалов ($N-1$). Принимая распределение погрешности дискретности равномерным, можно показать, что основной шириной этого распределения является величина $v_{m\sigma} = 1,38$, а среднеквадратичное отклонение равно

$$\sigma_D = v_{m\sigma} / \sqrt{3} = 1,38 / \sqrt{3} = 0,82\%.$$

Для равномерного распределения определены параметры погрешности: энтропийный коэффициент $k=1,73$; эксцесс $\varepsilon_1=1,8$; контрэксцесс $\chi=0,745$.

В работе установлено, что для контроля скоростей вращения механизмов можно использовать метод контроля скорости вращения механизма путем

измерения частоты или периода импульсов, формируемых датчиками, а также смешанным методом, т.е. измерением одновременно и частоты, и периода импульсов, формируемых датчиками.

Для оценки погрешности квантования, имеющей место в микропроцессорном блоке и снятия зависимости скорости вращения шпинделя от интервала измерения разработана математическая модель вида

$$\begin{aligned} \omega_{\text{изм}}(t) &= \frac{60 \cdot \Delta y}{N_p \cdot T_{sc}} = \frac{60 \cdot (y(t) - y(t - T_{sc}))}{N_p \cdot T_{sc}} = \\ &= \frac{60 \cdot \left(\left[\frac{\varphi(t)}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] - \left[\frac{\varphi(t - T_{sc})}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] \right)}{N_p \cdot T_{sc}} = \frac{60 \cdot \left(\left[\frac{\int \omega(t) dt}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] - \left[\frac{\int \omega(t - T_{sc}) dt}{\frac{2\pi}{N_p}} \right] \right)}{N_p \cdot T_{sc}} \quad [0 \text{ б/мин}]. \end{aligned} \quad (29)$$

Здесь: $\varphi(t) = \int \omega(t) dt$ – зависимость угла поворота шпинделя от времени при скорости вращения $\omega(t)$, $y(t) = \left(\frac{\varphi(t)}{\frac{2\pi}{N_p}} \right)$ – зависимость числа импульсов от времени измерения, N_p – число импульсов за один оборот шпинделя, T_{sc} – временной интервал измерения.

В шестой главе «Исследование методов и устройств контроля и диагностики ТП МТА» изложены результаты реализации разработанных и изготовлены опытных экземпляров физических моделей системы дистанционного контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочных машин.

В процессе испытаний был проведен контроль измерена ширины рабочей щели передних пар шпиндельных барабанов, частоты вращения ВОМ двигателя, вентиляторов, съемников, угла поворота ведущего колеса трактора, положения уборочного аппарата относительно земли и др. Результаты лабораторных и полевых испытаний, поверхности разработанное диссертационной работы, проведенные специалистами УзГЦИТТ в испытательной лаборатории и на опытных полях и участках УзГЦИТТ показали полное их соответствия заявленным характеристикам.

При проведении исследований изменения скорости потока воздуха в пневмотранспортной камере хлопкоуборочной машины было разработано несколько вариантов устройств контроля и диагностики. В частности, был предложен способ контроля, основанный на использовании датчика абсолютного давления и инфракрасного фотоэлектрического датчика. На разработанных и изготовленных лабораторных установках, были проведены экспериментальные исследования влияния изменения подачи воздуха на абсолютное давление воздуха в пневмотранспортной камере. На основе экспериментально полученных построены график зависимости изменения абсолютного давления воздуха от угла положения заслонки клапана, установленного внутри пневмотранспортной камеры. По полученным данным можно прогнозировать скорости потока воздуха (давления) в пневмотранспортной камере, разрешающие или запрещающие сбор хлопка-

сырца. Апробирован предложенный алгоритм контроля и диагностики в пневмотранспортной камере хлопкоуборочных машин. Осуществлены успешные испытания разработанного микропроцессорного устройства контроля и сигнализации изменения скорости потока воздуха, работающего по программно реализованному алгоритму.

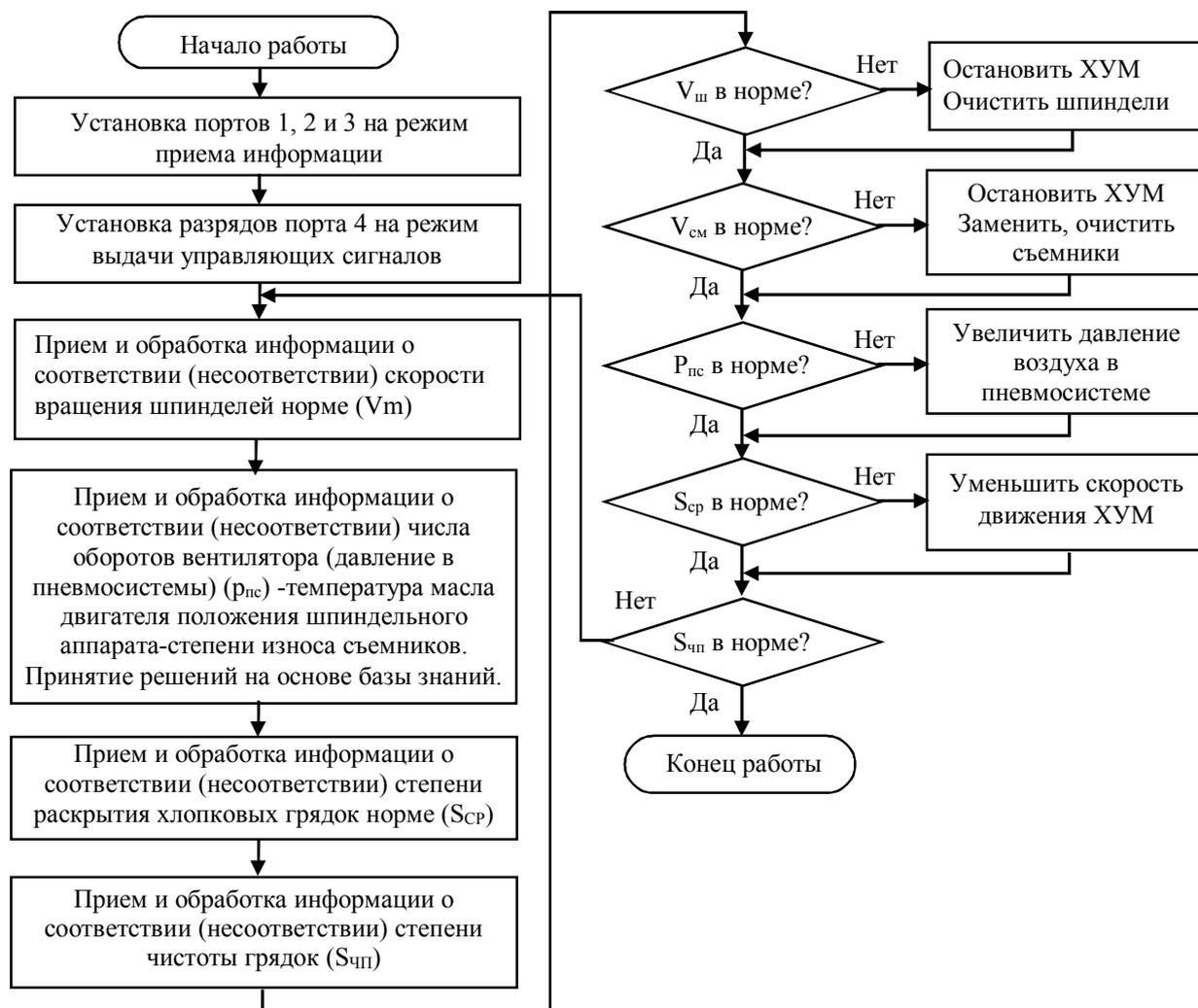


Рис.8. Алгоритм функционирования центрального интеллектуального микроконтроллера

В работе разработана функциональная схема активной интеллектуальной информационно–измерительной системы (ИИИС), с использованием системы видеонаблюдения и выполняющей ряд других задач в соответствии разработанным программно реализованном алгоритмом. В случае несоответствия показателей качества работы ХУМ агротехническим требованиям ИИИС формирует сигналы: скорости вращения барабана ($V_б$); скорости вращения вентилятора ($V_в$); давления воздуха в пневмотранспортной системе ($P_{пс}$); скорости движения СХМ ($V_{схм}$); степени износа съемников ($S_{ис}$); влажности хлопка-сырца ($Q_{хс}$); уровня (давления) масла ($H_м$); температуры масла ($T_м$); положения шпиндельного аппарата ($H_{ша}$); температуры охлаждающей воды ($T_в$). В состав рассматриваемой системы входит поддержка принятия решений: остановить ХУМ очистить шпиндели;

заменить и очистить съемники; увеличить давление воздуха в пневмосистеме; уменьшить скорость перемещение ХУМ и др., которые влияют на качество сбора урожая хлопка-сырца и производительность ХУМ (более 5 %).

В работе предложены математическая модель и алгоритмы работы интеллектуальной системы контроля и регулирования режимных параметров сельскохозяйственных машин (рис.8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований диссертационной работы на тему: «Дистанционная система контроля и диагностирования эксплуатационно-технологических параметров машинно-тракторных агрегатов» можно сделать следующее заключение:

1. Построены математические модели функционирования систем контроля и диагностики состояния пневмотранспортной камеры, скоростей вращения шпинделей и вентиляторов хлопкоуборочной машины в виде минимизированных булевых функций, позволяющих оценить состояние хлопкоуборочных машин.

2. Разработана методика повышения точности контроля и диагностики состояний контролируемых параметров хлопкоуборочной машины, основанная на исключение неопределенных диагностических данных посредством ввода дополнительного контрольного сигнала и дублирования передаваемой информации.

3. По результатам проведенных экспериментальных исследований составлены таблицы и построены графики, показывающие зависимости изменения выходных характеристик различных датчиков от засоренности пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины. Установлено, что неудовлетворительным является состояние хлопкоуборочных машин, при скорости потока воздуха ниже 5 м/с.

4. Разработаны микропроцессорные устройства и дистанционная система контроля и диагностики скоростей вращения группы шпинделей хлопкоуборочных машин на базе фотоэлектрических и магнитных датчиков, запатентованные в Агентстве интеллектуальной собственности Республики Узбекистан («Устройство для контроля скоростей вращения шпинделей хлопкоуборочной машины», № IAP 05526 от 12.12.2017) и АС СССР, АС:1001128 от 28.02.83 Бюл. № 8, SU 171823 от 07.08.85. Бюл. № 29 , SU 1483482, 30.05.89. Бюл. № 20 и др.).

5. Предложена интеллектуальная система контроля и управления для повышения эффективности функционирование хлопкоуборочной машины, основанная на применении видеокамеры и использовании полученной информации для регулирования ширины рабочей щели уборочного аппарата, скорости перемещения ХУМ, чистоты сбора хлопка-сырца грядках и производительности ХУМ.

6. Синтезирован обобщенный алгоритм функционирование системы дистанционного контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочных машин, обеспечивающий оперативный обмен информацией

между принимающей и передающей частями системы, а также обработку, идентификацию и визуальное отображение более 10 видов информации на дисплее микроЭВМ.

7. На основе созданного специализированного устройства и предложенных математических моделей разработан программный симулятор контроля и регистрации комплексных эксплуатационных показателей МТА применительно к условиям функционирования хлопкоуборочной машины.

8. Программный симулятор, подтвержденный сертификатом соответствия Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан, обеспечивает исполнение программ, загруженных в симулятор, в масштабе времени, отличном от реального, а также низкую цену, возможность ведения отладки даже в условиях отсутствия макета отлаживаемого устройства. Для составления программы использованы среда программирования Borland Delphi.

9. Разработаны и изготовлены физически действующие локальные опытные образцы устройств контроля и управления системы дистанционного контроля и диагностики технологических параметров ХУМ и средства их алгоритмической и программно-аппаратной реализации (устройства контроля скорости вращения шпинделей и съемников, устройства контроля и регулирования ширины рабочей щели уборочного аппарата, устройства контроля высоты уборочного аппарата относительно поверхности земли, различные варианты устройств контроля угла поворота ведущего колеса трактора ХУМ);

10. Разработана методика проведения измерения скоростей вращения механизмов в зависимости от скорости вращения шпинделей количества чувствительных элементов датчиков и частоты обработки информации, способствующая уменьшению погрешности квантования, повышению точности контроля и диагностики технологических параметров хлопкоуборочных машин.

11. Разработана математическая модель оценки погрешностей квантования, зависящих от скорости вращения шпинделя, числа импульсов за один оборот шпинделя и временного интервала измерения, позволяющая оценить погрешности измерения и время запаздывания в процессе измерения.

12. Результаты лабораторных и полевых испытаний системы дистанционного контроля и диагностики технологических параметров ХУМ, проведенных в научно-исследовательских лабораториях ТашГТУ, и на испытательных полигонах УзГЦИТТ, показали высокую работоспособность и надежность её работы. Сопоставительный анализ показаний диагностической системы с данными измерительных приборов УзГЦИТТ по восьми основным технологическим параметрам функционирования ХУМ показали полное их соответствие и совпадение.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.2019.T.03.02 ON THE ADMISSION OF
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

ULJAEV ERKIN

**REMOTE SYSTEM FOR MONITORING AND DIAGNOSING
OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF
MACHINE-TRACTOR AGGREGATES**

05.03.01 – Devices. Methods of measurement and control (technical sciences)

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF
DOCTOR OF SCIENCE (DSc) ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2020

The theme of doctoral (DSc) dissertation is registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.DSc/T343.

The dissertation has been prepared at Tashkent State Technical University.
The Abstract of dissertation is posted in Three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the web-page of Scientific Council (www.tdtu.uz) and Information and Educational Portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser: **Igamberdiev Khusan Zakirovich**
doctor of technical sciences, professor, academician

Official opponents: **Gulyamov Shukhrat Manapovich**
doctor of technical sciences, professor

Nazarov Abdulaziz Muminovich
doctor of technical sciences, professor

Plakhtiev Anatoly Mikhailovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: **Tashkent railway engineering institute**

Defense of dissertation will take place in « 13 » 06 2020 at 10⁰⁰ on the meeting of Scientific council DSc.03/30.2019.T.03.02 at the Tashkent state technical university (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 246-46-00; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of Tashkent state technical university (registration number 150). Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel. : (99871) 246-03-41.

Abstract of the dissertation distributed « 06 » 06 2020 year.
(mailing report № 6, on « 01 » 06 2020 year).


N.R.Yusupbekov
Chairman of Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of technical Sciences, Professor, Academician

U.F.Mamirov
Scientific secretary of scientific council, awarding scientific degrees, Doctor of philosophy on Technical Sciences

U.T.Mukhamedkhanov
Chairman of the Academic Seminar under the Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research work is development of a remote monitoring and diagnostics system for the operational and technological parameters of cotton-picking machines and its software.

The objects of the research work are the technical means of the remote system, algorithms and methods for monitoring and diagnosing operational and technological parameters and the operation of nodes of cotton-picking machines.

Scientific novelty of the research work is as follows:

developed mathematical models and algorithms for monitoring and diagnosing operational and technological parameters of cotton-picking machines based on the use of Boolean functions in the conditions of uncertainty of the initial data;

a logical mathematical model has been developed that evaluates the quality indicators of cotton-picking machines, depending on the input control signals, taking into account the disturbing influences and internal conditions of the working units of cotton-picking machines;

developed intelligent algorithms and software for monitoring and diagnosing the operation of machine-tractor units;

Algorithms have been developed that ensure the rapid exchange of information between the onboard and hardware parts of the developed system for monitoring and diagnosing technological parameters of cotton-picking machines;

a mathematical model of the system for monitoring and diagnosing the technological parameters of the cotton picker was developed, which reflects the state of the pneumatic conveying chamber, fans, and spindle speeds of the cotton pickers;

An engineering technique for monitoring and diagnosing rotating mechanisms has been developed, depending on the speeds of their rotation, the frequency of the device and the number of sensitive elements;

a software simulator was developed for a system for remote monitoring and registration of complex operational indicators of machine and tractor units in relation to the operating conditions of a cotton picker;

A promising intelligent information-measuring system for monitoring and controlling the operation modes of a cotton-picking machine is proposed.

Implementation of the research results. Based on the results obtained in the field of monitoring and diagnostics of operational and technological parameters of cotton-picking machines:

a patent of the Intellectual Property Agency was obtained for the invention of a device for measuring and controlling the rotation speed of the spindles of a cotton harvesting machine (“A device for controlling the rotation speeds of the spindles of a cotton harvesting machine”, №IAP 05526-2017 г.). As a result, it becomes possible to detect the causes of cotton loss due to malfunctions in the cotton picking machine nodes.

the developed mathematical models and algorithms for monitoring and diagnosing the operational and technological parameters of cotton-picking machines based on the use of Boolean functions in the conditions of uncertainty of the initial data were introduced at LLC “Design and Technology Center for Agricultural

Engineering” (Reference No. 03-07 / 1027 of June 2, 2020 on implementation of “Uzagrotechsanoathholding” JSC), the obtained results made it possible to build a control device that allows with great accuracy to control the technological parameters of the cotton picker;

the developed intelligent algorithms and software for monitoring and diagnosing the operation of MTAs were introduced at LLC Design and Technology Center for Agricultural Engineering (Information No. 03-07 / 1027 dated June 2, 2020 on the introduction of “Uzagrotechsanoathholding” JSC). As a result, intelligent algorithms and software developed for monitoring and diagnosing the operation of machine-tractor units have made it possible to use more than 10 parameters of the cotton picker as part of a monitoring and diagnostic system for monitoring and diagnostics;

the developed algorithms that ensure the rapid exchange of information between the onboard and hardware parts of the control system and diagnostics of technological parameters of cotton-picking machines were introduced at LLC Design and Technology Center for Agricultural Engineering (Information No. 03-07 / 1027 of June 2, 2020 on the introduction of “Uzagrotechsanoathholding” JSC). Intelligent algorithms and software tools made it possible to quickly exchange information between the onboard and hardware parts of the monitoring and diagnostic system;

the proposed intelligent information-measuring system for monitoring and controlling the operating modes of the cotton-picking machine was introduced at LLC Design and Technology Center for Agricultural Engineering (Information No. 03-07 / 1027 dated June 2, 2020 on the introduction of “Uzagrotechsanoathholding” JSC), the proposed intellectual information and the measuring system made it possible to control the technological parameters of the cotton picking machine and control the operation of the cotton picking machine according to established criteria;

The structure and volume of the dissertation. The dissertation thesis consists of an introduction, six chapters, conclusion, list of references and applications. The volume of the dissertation is 195 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (Часть I; Part I)

1. Абдазимов А.Д., Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Омонов Н.Н. Основы автоматизации контроля и управления технологическими параметрами хлопкоуборочных машин: Монография. – Ташкент: ТашГТУ, 2014. – 164 стр.

2. Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Абдазимов А. Д., Омонов Н. Н., Примкулов Б.Ш. Устройство для контроля скоростей вращения шпинделей хлопкоуборочной машины // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Патент на изобретение № IAP 05526 от 12.12.2017.

3. Улжаев Э. Синтез интеллектуальной информационно-измерительной системы контроля режимов функционирования технологических агрегатов // Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент, 2006. – №6 (12). – С. 38–44. (05.00.00; №12)

4. Улжаев Э. Анализ устройств дискретного контроля углов поворота колес сельхозмашин и оценка погрешности // Вестник ТашГТУ. –Ташкент, 2007. № 2. -С.84-87. (05.00.00; №16)

5. Улжаев Э. Активное интеллектуальное информационно-измерительное устройство для автоматизации контроля степени белизны хлопкового поля // Вестник ТашГТУ. –Ташкент, 2007. № 3. -С.29-33. (05.00.00; №16)

6. Улжаев Э. Краткий обзор и анализ устройств контроля угла поворотов ведущего колеса сельхозмашин // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». –Ташкент, 2007. № 2, (05.00.00; № 5).

7. Улжаев Э. Алгоритмы синтеза интеллектуальной информационной системы контроля и регулирования технологических режимных параметров оборудования и машин // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2007. -№6. -С.36-40. (05.00.00; №12)

8. Улжаев Э. Параметры и алгоритмы контроля эксплуатационно-технологических показателей машин, технологических процессов // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». –Ташкент, 2008. № 2-3. –С. 89–98 (05.00.00; № 5).

9. Улжаев Э. Формализованные модели возможных внутренних состояний рабочих органов и выходных параметров селхозмашины // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». –Ташкент, 2010. № 6. –С. 32–37 (05.00.00; № 5).

10. Улжаев Э., Абдазимов А.Д., Равутов Ш.Т., Тулбаев Ф.А. Микропроцессорная система контроля и регулирования рабочей щели хлопкоуборочного аппарата // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». –Ташкент, 2011. № 5. –С. 48–52 (05.00.00; № 5).

11. Улжаев Э., Эргашев Б.И. Классификация методов контроля и диагностики состояния и режимов работы системы контроля и регулирования

параметров технологических процессов // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2011. №5. –С. 45–48. (05.00.00; №12)

12. Улжаев Э., Тулбаев Ф.А., Норбоев О.Н., Жалилова Г.Х. Расчет параметров преобразователя линейного перемещения автоматизированного устройство с цели уборочного аппарата // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». –Ташкент, 2012. № 1, (05.00.00; № 5).

13. Улжаев Э., Эргашев Б.И., Исамухаммедов Д.Н. Постановка задачи для диагностики электронных схем автоматических систем управления технологических процессов // Вестник ТашГТУ. –Ташкент, 2012. № 1-2. С.42-45. (05.00.00; №16)

14. Абдазимов А.Д., Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Омонов Н.Н. Выбор и обоснование пределов изменения технологических параметров хлопкоуборочной машины // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2013. №5. –С. 31–35. (05.00.00; №12)

15. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Улжаев З. Э., Жумаев Ш. Ш. Применение логических методов для контроля и диагностики надежности работы узлов АСУТП // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». –Ташкент, 2013. № 5-6. –С. 111–113 (05.00.00; № 5).

16. Улжаев Э., Равутов Ш.Т., Убайдуллаев У.М., Махмаражабов М.Б., Шеркобилов С.М. Автоматизация исследования параметров процесса взаимодействия щеток съемника и шпинделей хлопкоуборочной машины // Вестник ТашГТУ. –Ташкент, 2013. № 4. – С.106-112. (05.00.00; №16)

17. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Махмаражабов М.Б., Юсупов Б.Б. Вопросы разработки конструкции корпуса контрольно-измерительных приборов с повышенной помехоустойчивостью // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2014. №3. –С. 52–59. (05.00.00; №12)

18. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Улжаев З.Э. Электронная бортовая система контроля эксплуатационно-технологических параметров хлопководческих МТА // Ежемесячный научно-практический журнал «Тракторы и сельхозмашины». – М., 2014. № 10. – С. 11–15 (05.00.00; №81).

19. Uljaev E., Abdazimov A., Omonov N., Radjabov S. Application of Computer Vision Algorithms for Evaluating the Performance of Cotton Pickers // The Advanced Science Journal. India, 2014, №12. –pp. 49-51.

20. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М. Устройства диагностики изменения скорости потока воздуха в пневмотранспортной камере хлопкоуборочной машины // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2017. №1. –С. 51–57 (05.00.00; № 12).

21. Uljaev Erkin, Ubaydullaev Utkirjon Murodillaevich, Erkinov Sul-tonbek Muzaffar ugli. Diagnosis of the Pneumatic Chamber of Cotton Pickers using Boolean Functions // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, 2016. June 2016. –Volume 3. Issue 6. –PP. 2188–2192. ISSN 2350-0328 (05.00.00; № 8).

22. Uljaev Erkin, Ubaydullaev Utkirjon Murodillaevich, Nosirov Abdumalik Murodilla ugli, Erkinov Sul-tonbek Muzaffar ugli. Methods of Excluding Uncertain Diagnostic Functions with the Addition of Extra Control Signals // International

Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, 2016. August 2016. –Volume 3. Issue 8. –pp. 2555–2559. ISSN 2350-0328 (05.00.00; № 8).

23. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М. Контроль скорости вращения шпинделей измерением периода // Вестник Туринского политехнического университета в городе Ташкенте. – Ташкент, 2018. №3. – С. 56–59. (05.00.00; № 25)

24. Улжаев Э., Абдазимов А.Д., Убайдуллаев У.М. Методика диагностики вероятности безотказной работы хлопкоуборочной машины // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. №4(53). – С. 270–276.

25. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М. Одноканальная система контроля и регулирования рабочей щели уборочного аппарата хлопкоуборочной машины // Международный научный журнал «Наука. Образование. Техника» Кыргызско-Узбекского университета. №2(65) 2019. – С. 77–81.

26. Улжаев Э., Таджитдинов Ф.Б., Убайдуллаев У.М., Дадабоев А.Н. К вопросу обеспечения достоверности передачи информации системы мониторинга // Международный научно-практический журнал «Global science and innovations 2019: Central Asia», № 2(3). Сентябрь-октябрь 2019 СЕРИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ». – С. 187–190.

II бўлим (Часть II; Part II)

27. Улжаев Э., Улжаев З.Э. Система автоматического управления линейным движением хлопкоуборочных машин // Международная научно-техническая конференция по техника и технология информационного земледелия. Киев 2009.

28. Улжаев Э. Моделирование процесса функционирования сельхозмашин в случае поступления контролируемых и неконтролируемых возмущающих воздействий // WCIS-2010. Ташкент, Узбекистан, ноябрь 25-27, 2010.

29. Uljayev E., Abdazimov A.D., Usmanov I.I., Tulbayev F.A. On integrator eletronization intellectual board computer cotton machine tractor units // Sixth World Conference on Intelligent System for Industrial Automation Tashkent, Uzbekistan November 25-27, 2010. –С.204-206.

30. Улжаев Э., Абдазимов А.Д., Убайдуллаев У.М. Бортовая система контроля некоторых параметров трактора ТТЗ-80 на базе комбинированного прибора КД 8083 // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Г.Андижан. 2013

31. Абдазимов А.Д., Улжаев Э., Қодиралиев А. Тракторга яримосма пахта териш машинасида автоматлаштириш лозим булган вазифалар // Современные материалы техника и технологии в машиностроение Андижанский маш.строит.инст. 2012.

32. Улжаев Э. У., Абдазимов А. Д., Убайдуллаев У. М. Интеллектуальная бортовая МПС контроля и управления технологическими параметрами МТА с трактором ТТЗ // Международная научно-практическая конференция

«Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники». – Краснодар, 2013. – С. 189–191.

33. Равутов Ш. Т., Абдазимов А. Д., Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Махмаражабов М. Б. Повышение качества проведения стендового испытания параметров процесса взаимодействия щеток съемника и шпинделей хлопкоуборочной машины // Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы механизации и электрификации сельского хозяйства». – Краснодар, 6 декабря 2013. – С. 63–68.

34. Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Авезов Т. А. Микропроцессорное устройство контроля угла поворота ведущего колеса сельхозмашин // Международная научно-техническая конференция «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении», том 1. – Андижан, 19-20 апреля 2014. – С. 95–97.

35. Убайдуллаев У. М., Улжаев Э., Носиров А. М. Автоматизация контроля и регистрации эксплуатационных показателей хлопкоуборочных машин // Международная научная конференция «Инновация-2015». – Ташкент, 23-24 октября 2015. – С. 259-260.

36. Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Эркинов С. М. Алгоритмическое и программное обеспечение электронной бортовой системы контроля технологических параметров хлопководческих машинно-тракторных агрегатов // Международная научная конференция «Инновация-2015». – Ташкент, 23-24 октября 2015. – С. 291-292.

37. Uljaev E., Ubaydullaev U. M. Diagnostic Device for Air Flow Speed Variation in Pneumatic Chamber of Cotton Pickers // Ninth World Conference “Intelligent Systems for Industrial Automation”, WCIS-2016. – Tashkent, 25–27 October 2016. – PP. 80–86.

38. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М. Частичный контроль и диагностика работы хлопкоуборочной машины по двум технологическим параметрам // Международная научная конференция «Инновация-2016». – Ташкент, 2016. – С. 76.

39. Убайдуллаев У.М., Улжаев Э. Анализ и выбор методов контроля скоростей вращающихся частей ХУМ // Международная научная конференция «Инновация-2018». – Ташкент, 2018.

40. Убайдуллаев У.М., Улжаев Э. Методы улучшения качества сбора хлопка-сырца вертикально-шпиндельным уборочным аппаратом // Международная научная конференция «Инновация-2019». – Ташкент, 2019.

41. Улжаев Э., Таджитдинов Ф.Б., Убайдуллаев У.М., Дадабоев А.Н. Синтез алгоритма протокола обмена информации дистанционной системы мониторинга изменения состояния параметров объектов // «Замонавий ишлабчиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларини инновацион ечимлари» Ҳалқаро илмий-анжуман материаллари, Бухоро муҳандислик-технология институти, 2019.

42. Игамбердиев Х.З., Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Многоканальное устройство контроля и управления параметров технологических процессов на базе персонального компьютера // Сборник научных статей «Актуальные

проблемы обеспечения интеграции науки образования и производства». Ташкент – изд. «Фан ва техника» -2008.

43. Улжаев Э. Моделирование процесса функционирования сельхозмашин в случае поступления контролируемых и не контролируемых возмущающих воздействий // Проблемы формирования и внедрения инновационных технологий в условиях глобализации. Ташкент, 2010, 22-24 сентябрь.

44. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Нарзуллаев Ш.Н. Контроль и диагностика надежности работы хлопкоуборочной машины // Научно-практическая конференция «Замонавий ишлаб чиқариш шароитида техника ва технологияларни такомиллаштириш ва уларнинг иқтисодий самарадорлигини ошириш», том 1. – Наманган, 24-25 мая 2017. – С.189–191.

45. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Нарзуллаев Ш.Н., Таджитдинов Г.Б. Программный симулятор для отладки программ оценивающие эксплуатационных показателей стационарных и мобильных объектов // “Ўзбекистон республикаси комплекс хавфсизликни таъминлашда унинг муаммолари ва ечими” мавзусидаги республика илмий-амалий конференция материаллари. 3 апрель 2019 йил. Ўзбекистон республикаси миллий гвардияси ҳарбий-техник институти.

46. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М. Система контроля и регулирования рабочих щелей четырехрядного вертикально-шпиндельного уборочного аппарата // «Инновацион техника ва технологияларнинг муаммо ва истиқболлари» мавзусидаги республика илмий ва илмий-техник анжумани илмий ишлар тўплами, ТошДТУ, Тошкент – 2019

47. Игамбердиев Х. З., Улжаев Э.У., Убайдуллаев У.М., Зарипов О.О. Технологик агрегат ва машиналарнинг параметрларини назорат қилувчи ва ростловчи интеллектуал тизимнинг дастурий таъминоти // Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома №DGU 01671 от 19.01.2009.

48. Игамбердиев Х. З., Улжаев Э.У., Убайдуллаев У.М., Зарипов О.О. Технологик жараёнларнинг параметрлари ва ишлаш режимларини назорат қилувчи ва ўлчовчи кўпканалли тизимнинг дастурий таъминоти // Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома №DGU 01685 от 05.02.2009.

49. Улжаев Э.У., Тулбаев Ф.А., Абдазимов А.Д., Улжаев З.Э. Технологик жараёнлар ва агрегатларнинг параметрлари ва ишлаш режимларини назорат қилувчи, ўлчовчи ва ростловчи тизимнинг дастурий таъминоти // Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома №DGU 02615 от 17.10.2012.

50. Улжаев Э., Абдазимов А. Д., Убайдуллаев У. М., Улжаев З. Э., Махмаражабов М. Б., Носиров А. М. Программное обеспечение системы контроля и измерения углов поворотов исполнительных механизмов сельхозмашин и агрегатов // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU02977 от 15.01.2015.

51. Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Махмаражабов М. Б., Пардаев Ғ.Э., Эркинов С. М., Носиров А. М. Ҳаракатланувчи ва кўзгалмас (стационар)

объектларнинг технологик параметрларини назорат қилувчи, кўрсатувчи ва хабарловчи системанинг дастурий таъминоти. // Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома № DGU03021 от 04.02.2015.

52. Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Махмаражабов М. Б., Саидов С. А., Эркинов С. М. Программное обеспечение системы контроля и измерения скоростей вращения механизмов сельскохозяйственных машин // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU03435 от 6.10.2015.

53. Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Эркинов С. М., Рўзикулов С. Х., Рузибаев Н. Э. Программное обеспечение системы контроля и измерения скорости потока воздуха в пневмотранспортной камере хлопкоуборочной машины // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU03798 от 19.05.2016.

54. Улжаев Э., Убайдуллаев У. М., Рўзикулов С. Х., Рузибаев Н. Э. Эркинов С. М. Программное обеспечение системы контроля и измерения скоростей вращения контролируемых объектов с переменным коэффициентом деления // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU 04505 от 28.06.2017.

55. Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Нарзуллаев Ш.Н., Эркинов С.М., Қодиров Б.Р. Программное обеспечения устройства контроля и регистрации эксплуатационных параметров машинно-тракторных агрегатов // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU 06632 от 24.06.2019.

56. Улжаев Э., Таджитдинов Ғ.Б., Дадабоев А.Н. Программа приема и передачи системы дистанционного контроля изменения состояния параметров объекта // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU 07201 от 14.11.2019.

57. Таджитдинов Ғ.Б., Улжаев Э., Дадабоев А.Н., Ачилов Ф.Б., Бозоров А.А. Программное обеспечение: “Программа организации передачи информации диспетчерскому пункту, об изменении состоянии параметров объектов, посредством симкарты” // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU 07374 от 19.12.2019.

58. Улжаев Э., Захидов Б.А., Сайфуллаев И., Султанов У.М., Махбубеков О.Т. Устройство для контроля и регистрации работы машин // Авторское свидетельство СССР, 08.04.1985, АС 1171823.

59. Улжаев Э., Захидов Б.А., Афзалов З.Ш., Цой Ю.М., Ким В.В. Устройство для контроля вращения шпинделей хлопкоуборочной машины // Авторское свидетельство СССР, 01.03.1985, АС 1164759.

60. Улжаев Э., Захидов Б.А., Афзалов З.Ш., Цой Ю.М., Ким В.В. Пахта териш машинаси шпинделларининг айланишини назорат қилувчи қурилма // СССР муаллифлик гувоҳномаси, 30.06.85, Бюллетень № 24, АС 1164759.

61. Улжаев Э., Захидов Б.А., Юнусов Б.Н., Турдыбеков К.Х. Устройство для контроля скоростей вращения шпинделей хлопкоуборочной машины // Авторское свидетельство СССР, 22.01.1986, АС 1233054.

62. Махмудов Э.Б., Протопопов Д., Биктимиров Э., Улжаев Э. и Захидов Б.А. Устройство для обнаружения и исправления ошибок // Авторское свидетельство СССР, 01.11.1988, АС 1462394.

63. Улжаев Э., Захидов Б.А., Махмудов Э.Б., Музаппаров С.В. Устройство для многоканальной магнитной записи и воспроизведения последовательности импульсов // Авторское свидетельство СССР, 03.01.1989, АС 1477141

64. Улжаев Э., Захидов Б.А., Махмудов Э.Б., Каимов А.И. Устройство для многоканальной магнитной записи и воспроизведения последовательности импульсов // Авторское свидетельство СССР, 01.02.1989, АС 1483482.

65. Улжаев Э., Захидов Б.А., Махмудов Э.Б., Каимов А.И. Устройство для контроля вращения рабочих механизмов хлопкоуборочной машины // Авторское свидетельство СССР, 15.12.1989, АС 1557573.

66. Улжаев Э., Абдазимов А.Д., Убайдуллаев У.М., Равутов Ш.Т., Омонов Н.Н., Махмаражабов М.Б., Юсупов Б.Б. Механизм регулировки рабочей щели вертикально-шпиндельного хлопкоуборочного аппарата // ихтиро учун талабнома берилган, талабнома рақами № IAP 20140123.

67. Улжаев Э., Абдазимов А.Д., Убайдуллаев У. М., Равутов Ш.Т., Омонов Н.Н., Эркинов С.М., Носиров А.М., Саидов С.А. Механизм регулировки рабочей щели вертикально-шпиндельного хлопкоуборочного аппарата // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Патент на изобретение № IAP 2017 0531 от 12.12.2017.

68. Улжаев Э., Абдазимов А.Д., Убайдуллаев У. М., Шерқобилевич С.М., Шодиев Ж.Ф., Носиров А.М. Механизм регулировки рабочей щели вертикально-шпиндельного хлопкоуборочного аппарата // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Патент на изобретение № IAP 2018 0640 от 26.12.2018.

Автореферат “Technical science and innovation” илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди.

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи: 4,25. Адади 100 нусха. Буюртма № 101.

Гувоҳнома № 10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.