

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**Юлдашев Шухрат Муратович**

**Станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг  
ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник  
воситалар**

**05.08.03– Темир йўл транспортини ишлатиш**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент– 2021**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

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

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

**Юлдашев Шухрат Муратович**

Станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг  
ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник  
воситалар..... 3

**Юлдашев Шухрат Муратович**

Микропроцессорные технические средства автоматического  
контроля состояния устройств управления движением поездов на  
станциях..... 22

**Yuldashev Shukhrat Muratovich**

Microprocessor technical equipment for automatic control of the state of  
train control devices at stations ..... 41

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 44

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЮЛДАШЕВ ШУХРАТ МУРАТОВИЧ**

**СТАНЦИЯЛАРДА ПОЕЗДЛАР ҲАРАКАТИНИ БОШҚАРИШ**  
**ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ҲОЛАТИНИ АВТОМАТИК НАЗОРАТ**  
**ҚИЛУВЧИ МИКРОПРОЦЕССОРЛИ ТЕХНИК ВОСИТАЛАР**

**05.08.03– Темир йўл транспортини ишлатиш**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент– 2021**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/T2137 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) ва “ZiyoNet” Ахборот таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Азизов Асадулла Рахимович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Баратов Дилшод Хамидуллаевич**  
техника фанлари доктори, доцент

**Хаджимухаметова Матлуба Адиловна**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги  
Тошкент ахборот технологиялари  
университети**

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 рақамли Илмий Кенгашнинг 2021 йил «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_соат \_\_\_\_\_даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1 уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: [tashiit\\_rektorat@mail.ru](mailto:tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин ( \_\_\_\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1 уй. Тел: (99871) 299-05-66

Диссертация автореферати 2021\_ йил «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ кунни тарқатилди.  
(2021 йил «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**А.И. Адилходжаев**

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

**Я.О. Рузметов**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.н.

**Н.Н. Ибрагимов**

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

## **КИРИШ (фалсафа доктори диссертацияси (PhD) аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда поездлар ҳаракатини хавфсиз бошқариш қурилмаларининг ҳолатини узлуксиз назорат қилишда замонавий микропроцессорлар асосида бажарилган тизимларни жорий этиш, назорат қилишнинг усулларини ва технологияларини такомиллаштириш каби масалалари етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Масалан, АДК СЦБ (Россия) микропроцессорли тизимининг жорий этилиши авария ҳолати даражасини 3% дан пастрокқа камайтириш имконини берган. Шу сабабли, хавфсизликни таъминлаш жараёнида, микроэлектрон воситалар асосида бажарилган темир йўл станцияларидаги автоматика ва телемеханика қурилмаларининг эксплуатацион ишончилигини оширадиган диагностика тизимларини амалиётга жорий этишни тақозо этади. Дунёнинг АҚШ, Германия, Япония, Англия, Хитой ва Испания каби ривожланган мамлакатларида, темир йўл автоматика ва телемеханикаси тизимларини лойиҳалаштириш ва яратишда, уларнинг турғунлиги, ишончилиги ва ўз-ўзини назорат қилиши, шунингдек уларнинг техник ҳолати тўғрисида зарур ахборотни берадиган мураккаб микропроцессорли тизимларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда темир йўл автоматика ва телемеханикаси қурилмалари, ускуналари ва элементларини ривожлантириш билан боғлиқ станциялардаги поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмалари ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларни яратишга, шунингдек замонавий даражада микропроцессорли қурилмаларни синтез қилишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада замонавий микроэлектрон элементлар базасида автоматик назорат қилиш модулларини такомиллаштириш; янги математик моделларни яратиш; темир йўл автоматика ва телемеханикаси учун мойил бўлган микроэлектрон воситалар асосида янги схемаларни ишлаб чиқиш; мураккаб шарт-шароитларда ишлаш учун мўлжалланган микроконтроллерлар асосидаги тизимларни ишлаш алгоритмлари ва дастурий таъминотини ишлаб чиқишни асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда транспорт тармоғини ривожлантириш, шу жумладан темир йўл транспорти инфратузилмасини ривожлантириш, темир йўл линияларини кўпайтириш, мавжуд линияларни электрлаштиришни ривожлантириш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... транспорт-коммуникацион ва ижтимоий-инфратузилмавий лойиҳалар ...», ишлаб чиқаришни техник ва технологик жиҳатдан янгилашга ... , энергия тежовчи технологиялар ишлаб чиқаришини кенг кўламда жалб этишга қаратилган фаол инвестицион

сиёсатни амалга ошириш» каби вазифалар белгилаб берилган<sup>1</sup>. Ушбу вазифаларнинг ҳал қилиниши, хусусан, импорт маҳсулотлардан мустақиллик даражасини яхшилаш, шунингдек станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмалари ҳолатини автоматик назорат қилувчи техник воситаларини микропроцессорли энергия ва ресурс тежамкор технологиялар асосида ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сонли «2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳаларда энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги Қарори, 2015 йил 6 мартдаги ПҚ-2313-сонли «Муҳандислик-коммуникация ва йўл-транспорт инфратузилмасини ривожлантириш ва модернизация қилиш дастури тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги.** Ушбу тадқиқот республика илм-фан ва технологиялари ривожлантиришнинг II. «Энергетика, энерго ва ресурс тежамкорлик» устувор йўналишига мувофиқ тарзда бажарилган.

**Муаммони ўрганилганлик даражаси.** Темир йўл транспорти автоматика ва телемеханика қурилмаларини назорат қилиш микропроцессорли тизимлари асосидаги, ҳаракатланувчи таркиб ҳаракат хавфсизлигини ошириш усулларини ишлаб чиқиш, хизмат кўрсатиш усулларини модернизациялаш ва такомиллаштириш бўйича долзарб муаммоларини ҳал қилишга қаратилган илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказлари, олий таълим муассасалари, ҳамда номдор хорижий фирмалар, шу жумладан Massachusetts Institute of Technology (АҚШ), Dresden University of Technology (Германия), Universita degli Studi di Torino (Италия), Technische Universitat Wien (Австрия), «Siemens», «Bombardier», Петербург давлат темир йўл университети, Россия транспорт университети (Россия), Тошкент давлат транспорт университети, «Боштранслойха» АЖ, «Mikroelektronika plus» (Ўзбекистон) да амалга оширилган.

Хусусан, бу йўналишда хориж олимларидан G. Teeg, F. Bailey, E. Andres, T. Brendt, U. Mashek, D. Straetton, Ю.А. Кравцов, А.М. Брылеев, В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, В.М. Лисенков, П.Ф. Бестемьянов, Н.Ф. Котляренко, В.С. Дмитриев, А.Б. Никитин, К.А. Бочков, Е.Н. Розенберг, В. Феннер, Й. Тринкауф, Х. Христов, М. Фишер ва бошқа

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги №ПФ-4947 «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

кўпгина таниқли олимлар ва мутахассислар сезиларли даражада ўз хиссаларини кўшганлар. Бундан ташқари, транспорт жараёнлари эксплуатациясининг назарий-амалий таҳлили масалаларига, поездлар ҳаракатини ташкиллаштиришнинг техник-технологик ечимларига, темир йўл автоматика ва телемеханикаси тизимларига, шунингдек бошқаришдаги автоматлаштириш воситаларига мамлакатимиздаги таниқли олимлар: Н.Н. Ибрагимов, К.Т. Худайбергенов, Н.М. Арипов, С.Ф. Амиров, Ш.Р. Хорунов, В.Г. Строков, М.Х. Расулов, А.Р. Азизов, Д.Х. Баратов, Ж.Ф. Курбанов, Э.К. Аметова, Д.Х. Рихсиев, С.Т. Болтаев ва бошқа олимларнинг илмий ишларида катта эътибор қаратилган.

Бу йўналиш бўйича олиб борилган тадқиқотларни таҳлил қилиш шунини кўрсатдики, янги тамойиллар ва тизимлар тўла ҳажмда қўллаш имкониятларидан кенг фойдаланилмаган, хусусан, темир йўл автоматика ва телемеханикасининг ишлаш шароитлари учун аналог сигналларни сўровлари вақтини оптималлаштириш, автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларининг дастурий таъминотлари ва алгоритмларини оптималлаштириш ва синтезлашда Петри тармоқлари асосида математик моделлаштиришни қўллаш, қурилмаларига хизмат кўратувчи ҳодимларнинг автоматлаштирилган иш жойларини ишлаб чиқиш, амалиётга жорий этиш масалалари етарлича тадқиқ этилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий ўқув муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент темир йўл муҳандислари институти илмий тадқиқот ишлари режасига киритилган лойиҳалар доирасида бажарилган бўлиб, улар №61 «Темир йўл автоматика ва телемеханика станция қурилмаларининг ҳолатини кузатиш учун аппаратли дастурий таъминотни ишлаб чиқиш» (2014-2016), №107 «Ethernet (TCP/IP) интерфейсини ОТАЛ фойдаланган ҳолда темир йўл автоматика ва телемеханика қурилмалари ҳолатини ахборотлар узатиш тизимида қўллаш» (2015-2016) мавзулари ва «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ техник даражасини 2019 йилда оширишнинг ягона комплекс режасига мувофиқ (2018 йил 27 декабридаги №2347-НЗ буйруқ) бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

темир йўл автоматикаси жиҳозларига хизмат кўрсатиш стратегияси ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда автоматик назоратнинг микропроцессорли техник воситаларини ишлаб чиқиш заруриятини асослаш;

микропроцессорли техник воситаларининг алоҳида блоклари ва элементларини ишлашини тадқиқ қилиш учун математик моделлар ва дастурий таъминотларни ишлаб чиқиш;

станциялардаги поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини назорат воситалари ва автоматлаштирилган иш жойларини яратишга техникавий талаблар ва тавсифларни ишлаб чиқиш;

бошқариш қурилмалари ҳолати назоратининг микропроцессорли техник воситаларини яратиш тамойиллари, уларни ишга яроқлилигининг таҳлили ва амалда қўллаш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш;

станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларни узлуксиз назорат қилишнинг самарадор микропроцессорли техник воситаларнинг тажрибавий нусхаларини ишлаб чиқиш ва жорий этиш;

**Тадқиқот объекти** сифатида темир йўл станцияларда поездлар ҳаракатини хавфсиз бошқаришда иштирок этувчи электр марказлаштириш техник воситалари олинган.

**Тадқиқот предмети** станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларини амалга ошириш, уларнинг математик моделлаш усуллари, ишлаш алгоритмлари ва дастурий таъминотлари ташкил этади.

**Тадқиқот усуллари.** Тадқиқот жараёнида статистик таҳлил, Петри тармоқларидан фойдаланган ҳолда математик моделлаш усуллари, дискрет тизимлар назарияси, образларни таниш назарияси, аналогли сигналларга рақамли ишлов бериш, микропроцессорли воситаларни тажрибавий тадқиқот усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

темир йўл автоматика ва телемеханикаси махсус ўлчов асбобларига қўйиладиган техник талаблар асосида аналогли сигналнинг шакли ва эффектив қийматини аниқлаш учун микропроцессорли воситалардаги сўровлар вақтини оптимал танлашни амалга ошириш усуллари асосланган;

станциядаги поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмалари ҳолатини тезкор назорат қилиш асосида талаб этилган аниқлиликга эришиш учун аналогли сигналларнинг сўровлар вақтини назарий баҳолаш ва таҳлил қилишнинг математик моделлари ишлаб чиқилган;

Петри тармоғи мультиграфи асосида бошқариш тизимининг автоматлаштирилган иш жойларида стрелкали ўтказгичларнинг ҳолатини визуал тасвирга чиқариш учун дастурий таъминот ишини таҳлил қилишнинг математик ифодаси ишлаб чиқилган;

аниқланган техникавий талаблар ва тавсифлар асосида бошқариш қурилмалари ҳолатини назорат қилиш учун микропроцессорли техник воситаларини яратиш тамойиллари, уларни ишга яроқлилигининг таҳлили ва амалда қўллаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган;

станция навбатчиси ва электр механикнинг автоматлаштирилган иш жойларини жорий этиш орқали станциялардаги поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини узлуксиз назорат қилишнинг самарадор микропроцессорли техник воситалари дастурланувчи sanoat контроллери DVP Delta асосида ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

микропроцессорли ҳисоблаш техник воситалари ва дастурланувчи sanoat контроллерларини қўллаш асосида электр марказлаштириш қурилмаларининг ҳолатини узлуксиз кузатишни амалга ошириш учун автоматик назорат тизими ишлаб чиқилган;



реал вақт масштабида назорат объектлари ҳақидаги маълумотларини қайта ишлаш ҳамда станциядаги автоматлаштирилган иш жойларида поездлар ҳолатини ҳаққоний намоён этиш мақсадида инструментал воситаларнинг алгоритми ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилган;

хизмат кўрсатилмайдиган замонавий таъминот манбаларини қўллаш, электр магнит релелар сони ва постдаги кабеллар узунлигини камайтириш ҳамда ноёб материалларни тежаш учун микропроцессорли назорат қурилмалари амалий жиҳатдан бажарилган ва жорий этилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқотлар натижаларининг ишончлилиги микропроцессорли техник воситаларнинг барча ташкил этувчиларнинг ўзаро уйғун ва мутаносиб ишлашини амалий эксперимент ёрдамида тасдиқлаш, бунда олинган натижаларини реал маълумотлар билан баҳолаш билан асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти темир йўл автоматика ва телемеханикасининг реал ишлаш шарт-шароитларида ресурс тежамкор технологияларни қўллаш орқали замонавий назорат қурилмаларини яратиш бўйича масаланинг ечимини таъминлаш мақсадида аналог рақамли ўзгартиргичлар сўрови вақтларини баҳолашнинг математик моделини яратиш, микропроцессорли техник воситаларини яратиш тамойилларини оптималлаштириш ва такомиллаштириш билан изоҳланади.

Тадқиқотлар натижаларининг амалий аҳамияти станцияда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини назорат қилувчи замонавий техник воситаларини яратиш, энергия истеъмолини камайтириш, электр магнит релелари сонини ва электр марказлаштириш постидаги кабеллар узунлигини қисқартириш, замонавий хизмат кўрсатилмайдиган таъминот манбаларини қўллаш, камёб материалларни тежаш, ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ҳамда оператив ходимлар меҳнат шароитларини яхшилаш билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларини амалда қўллашга қаратилган илмий тадқиқот натижалари асосида:

темир йўл автоматика ва телемеханикаси шароитларида аналогли сигнални шакли ва эффектив қийматини тезкор назорат қилиш, микропроцессорли қурилмалардаги сўровлар вақтини оптимал танлашни амалга ошириш учун ўлчов усуллари ишлаб чиқилган («Ўзбекистон темир йўллари» АЖ нинг 2021 йил 15 январидаги №02/183-21 маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида, ўлчов қурилмаларига қўйилган техник талаблар асосида аналог сигналларни қайта ишлашда микропроцессор қурилмалари ҳисоблаш операцияларни бажариш цикллари ва тезкор хотиранинг юкланиши камайиши аниқланган, нисбатан арзон рақобатбардош устунликка эга процессорлардан фойдаланиш имкониятлари пайдо бўлган;

реал вақт жараёнида назорат объектлари ҳолати тўғрисидаги маълумотларни жамлаш, қайта ишлаш, сақлаш ва мониторингларда акс эттириш учун ҳисоблаш техник воситалари асосида бажарилган прогрессив тизим «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ тассаруфидаги «Ўртаовул», «Жиззах-1» ва «Янги Янгиер» станцияларида жорий этилган («Ўзбекистон темир йўллари» АЖ нинг 2021 йил 15 январидagi №02/183-21 маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида реал вақт жараёнида назорат объектларининг ҳолатларини автоматлаштирилган иш жойларида кўрсатиш имконияти пайдо бўлган, кўп сонли тугмачалар ва калитлардан воз кечилган, тезкор назорат қилиш, ходимларнинг ҳаракатларини маълумотлар базасида архивлаштириш ва рўйхатдан ўтказиш учун шароитлар яратилган;

темир йўл автоматика ва телемеханикаси воситаларининг глобал ривожланиш мойиллигини ҳисобга олган ҳолда «Тошкент метрополитени» УК тассаруфидаги «Кўйлик», «Дўстлик-2» ва «Янгиобод» ер усти метро станцияларида электр марказлаштириш объектларини ишончли бошқариш ва назорат қилиш учун дастурланадиган саноат контроллерлари асосида бажарилган тизим жорий этилган («Ўзбекистон темир йўллари» АЖ нинг 2021 йил 15 январидagi №02/183-21 маълумотномаси). Илмий тадқиқот ўтказилиши натижасида электр марказлаштириш ускуналари габарити, қурилиш-монтаж ишлари ҳажми, эксплуатация харажатлари, шунингдек, электр магнит релелар сони ва постдаги кабеллар узунлигини кескин камайтириш, эскирган бошқариш пультлари ва манипуляторларни фойдаланишдан чиқариш, камёб материалларни тежаш ҳамда хизмат кўрсатилмайдиган замонавий таъминот манбаларини қўллаш имкониятлари яратилган.

**Тадқиқот натижаларини апробацияси.** Тадқиқот натижалари 8 та илмий-амалий анжуманлар, шу жумладан 2 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш, шундан 1 та мақола хорижий журналларда, 4 та мақола Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси томонидан тавсия этилган илмий журналларда чоп қилинган, 4 та ЭҲМ дастурларига гувоҳномалар мавжуд.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Ишнинг **Кириш** қисмида диссертацияда ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотларнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси илм ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва

амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларни амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг техник ҳолатини назорат қилиш жараёнларини автоматлаштириш вазифаси**» деб номланган биринчи бобда темир йўл автоматика ва телемеханикасининг микропроцессорли назорат тизимларининг ривожланиш таҳлили ўтказилган ва замонавий ҳолати кўриб чиқилган. Таҳлил асосида станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи замонавий микропроцессорли техник воситалари асосида поездлар ҳаракатини бошқаришда иштирок этадиган жихозларга хизмат кўрсатиш стратегиясини модернизациялаш зарурлиги тўғрисида хулоса чиқарилган. Микропроцессорли техник воситаларни амалга ошириш учун қуйидаги: станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилиш техник воситаларини яратишда станция назорат объектларини техник ҳолатларини визуаллаштириш имкониятларини ишлаб чиқиш; микропроцессорли техник воситалар архитектураси ва алгоритмларини, тузилмавий-функционал таркибини қуриш услулари ва тамойилларидан фойдаланиш; сигналларга рақамли ишлов берилишини ва станциядаги қурилмалар ҳолати ўзгарувчанларнинг ўзгариш характерини ҳисобга олган ҳолда назорат қилинаётган объектлар техник ҳолатини аниқлашнинг математик моделларини ишлаб чиқиш; станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи воситаси моделининг ишлаш алгоритмларини ишлаб чиқиш зарурияти каби вазифаларни бажариш белгилаб олинган.

Ўтказилган тадқиқотлар электр марказлаштириш (ЭМ) қурилмаларининг техник ҳолатини автоматик назорат қилиш замонавий воситаларини тадбиқ этиш муаммоси сўнгги пайтда алоҳида аҳамият касб этганлигини кўрсатган. Ўзбекистон темир йўллари тармоғида ЭМ тизимларининг 60% га яқин қисми 30 йилдан ортиқ хизмат қилганлиги ва ўз ресурсларини тугаллаганлигини ҳисобга олиб, бу ўта жиддий аҳамият касб этган. Ҳозирда, эскирган ЭМ қурилмалари деталларининг едирилиши, материалларни эскириши натижасида нуқсон (дефект)ларнинг ривожланиши давом этмоқда. Буларнинг бари янги носозликларни юзага келишига ва навбатдаги тикланиш юз беришига олиб келади. Шунингдек бу тиклашга сарфланадиган чегаравий харажатлар ва поездларнинг туриб қолиши, аппаратуранинг ишдан чиқишлари билан боғлиқ сарф-харажатларни ўсишига ҳамда станция қурилмаларига хизмат кўрсатишга эксплуатация харажатларининг экспоненциал тарзда ортиб боришига олиб келган. Тизимлар ва қурилмаларнинг носозликларига доир статистика маълумотлари таҳлили, улардан 28% бевосита бино ичида жойлашган ускуналар назорати остидаги электр марказлаштириш қурилмаларига тўғри келишини кўрсатиб, бу эса улар ҳолатининг узлуксиз мониторингини амалга ошириш учун асос бўлмоқда. Юқорида айтилган

фикрларни умумлаштириб, қайд этиш лозимки, таҳлил натижалари замонавий микропроцессорли технологияларни қўлламай туриб, мавжуд техник хизмат кўрсатиш стратегияси, носозликларни излаб топиш усуллари ва воситалари доирасида станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг эксплуатацион ишончилиги ва тикланувчанлик кўрсаткичларини яхшилашнинг имкони йўқлигини кўрсатиб берди.

Станция автоматика ва телемеханика қурилмаларига хизмат кўрсатиш технологик жараёни самарадорлигини ошириш мақсадида, уларнинг мавжуд ҳақиқий ҳолатини ҳисобга олган ҳолда, ҳамда ўлчашлар натижаларини оператив ходимларнинг автоматлаштирилган иш жойлари мониторида акс эттириш имконияти билан бир қаторда, техник хизмат кўрсатиш стратегиясини (ТХКС) жорий қилиш талаб этиб, бу қурилмаларнинг ишдан чиқиш олди ҳолатларини қайд этиш, ҳамда кўп сонли аста-секин ва кўшилиб (аралашиб) келадиган ишдан чиқишларнинг олдини олиш оқибатда умумий ишдан чиқишлар сонини камайтириш имконини беради. Бу каби ТХКС да барча профилактика ва таъмирлаш ишлари назорат қилинаётган объектларнинг ҳақиқий техник ҳолатидан келиб чиқиб тайинланиб, бунинг натижасида регламент бўйича ишлар ҳажми камайтирилади ва моддий-техника ва инсон ресурсларидан оқилона фойдаланиш учун шарт-шароитлар яратилади. Бундай хизмат кўрсатиш стратегиясини қурилманинг ҳақиқий ҳолатини ҳисобга олган ҳолдаги техник хизмат кўрсатиш стратегияси деб аташ мумкин.

**«Станцияда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларини ишлаб чиқишнинг назарий асослари»** деб номланган иккинчи боб темир йўл автоматика ва телемеханикаси ўлчов воситаларига қўйилган техник талаблар асосида микропроцессорли воситалар ёрдамида аналогли сигнални шакли ва эффектив қийматини аниқлашда сўров вақтларини оптимал танлаш усулларни қўллаш; аналог рақамли ўзгартиргичларни дискретлаш частотасига статик ва динамик ҳатоликларни таъсирини баҳолаш; станция объектлари дискрет ҳолатларини назорат қилишда сўровларни ўтказиш вақтларнинг интенсивлиги объектлар сонига боғлиқлиги тамойилларини аниқлаш; Петри тармоғи мультиграфи асосида стрелкали ўтказгични ҳолатини назорат қилишда ахборотларни визуал тасвирга чиқариш воситалари дастурий таъминоти математик моделларини ишлаб чиқишга бағишланган.

Темир йўл автоматика ва телемеханикаси тизимлари ишлаш сифатини белгилаб берадиган автоматик тарзда назорат қиладиган энг муҳим техник воситаларидан бири – аналогли назорат модули бўлиб, у аналогли катталикни унга мувофиқ бўлган рақамли эквивалентига айлантиради. Микроконтроллер томонидан узлуксиз ўзгариб турган катталикларга оид ахборот олиш жараёни вақт бўйича дискрет тарзда рўй бериб, шу сабабли ўлчанаётган катталиклар қийматларини ўлчаш пайтига мувофиқ тушмайдиган вақт momentiда тиклаш вазифаси юзага келади. Бу каби

тиклаш, одатда, турли интерполяция усуллари ёрдамида амалга оширилади. Тикланиш аниқлиги квантлаш хатолиги билан чекланган. Бироқ, Котельников-Шеннон теоремасига кўра, аналогли сигнал  $x(t)$  чекланган спектрга эга бўлган ҳолда унинг аниқ шаклини йўқотишларсиз тикланишнинг имкони мавжуд, бунда агар аналогли сигнални сўровлари частотаси  $f$  спектрининг икки марта катта бўлган юқори частотаси  $f_c$  да амалга оширилса:  $f > 2f_c$ . Котельников теоремасига биноан узлуксиз сигнал  $x(t)$  ни интерполяцион қатор кўринишида тасаввур қилиш мумкин:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\Delta) \operatorname{sinc} \left[ \frac{\pi}{\Delta} (t - k\Delta) \right], 0 < \Delta \leq \frac{1}{2f_c} \quad (1)$$

Бироқ сўров даврининг бундай ҳисоблаш йўли мураккаб бўлиб, катта ҳисоблаш ресурсини талаб қилади. Аналогли сигналлар сўровига доир изланаётган даврнинг ҳисоблашни талаб қилиб, поғонали интерполяцияда ҳар бир муҳим ўлчанаётган катталиқ учун қуйидаги ифодага биноан топилган:

$$\sigma_{\Delta x \max}^2 = 2[K_x(0) - K_x(t_0)] + \sigma_{\Delta x \text{и}}^2 \quad (2)$$

Бу кўрсатилган шароитларда катталиги  $x(t)$  бўлган аналогли сигналларнинг сўров даври  $t_0$  ни, унинг берилган аниқлаш хатолиги  $\sigma_{\Delta x \max}^2$ , датчикнинг маълум бўлган хатолиги  $\sigma_{\Delta x \text{и}}^2$  ва ўлчанаётган жараён корреляцион функциясининг ҳисоблаб чиқилган баҳоси  $K_x(\tau)$  бўйича аниқлайди. Юқоридаги сўров даврининг ҳисоби анча мураккабдир (ўлчанаётган катталиқлар корреляцион функциялари баҳоларининг дастлабки ҳисоблаб чиқилишни талаб қилади).

Катталиқ  $x(t)$  нинг аналогли сигналлари зарур сўров даврининг нисбатан соддароқ тахминий баҳосидан фойдаланамиз. Датчик хатолигининг тасодифий ташкил этувчиси ва поғонали экстраполяция хатолигидан иборат бўлган  $x(t)$  катталиқни аниқлашнинг ўртача квадратик хатолиги  $\sigma_{\Delta \max}$  берилган бўлсин. Бу каби шароитларда ёнма-ён ўлчашлар орасидаги, катталиқни аниқлаш хатолиги берилган қийматдан катта бўлмайдиган вақт интервалини топиш талаб этилади.

Зарур интервалнинг дастлабки ҳисоб-китоби учун ўлчовлар орасида қўшни ўлчашлар орасида исталган ихтиёрий  $h_b$  интервалга эга катталиқни 30 – 50 маротаба ўлчашдан иборат бўлган тадқиқотлар ўтказилган. Тадқиқотлар натижасида олинган маълумотлар жадвалга жамланиб, улар билан қуйидаги математик амаллар бажарилган:

$$\Delta_{i(i-k)} = x_i^* - x_{i-k}^*; \quad (3)$$

$$x_i^* = x^*(t_i), \quad x_{i-k}^* = x^*(t_{i-k}); \quad (4)$$

$$\sigma_{kh_b}^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=k}^n \Delta_{i(i-k)}^2}{n-k}} \quad (5)$$

бунда  $i$  – жадвал сатрининг рақами;  $k$  – жадвал устунининг рақами.

Жадвални тузиш натижасида катталиқнинг  $h_b$  га каррали бўлган вақт интервалида ўртача квадратик оғишларнинг тахминий баҳолари аниқланади. Қўшни ўлчашлар орасидаги зарур интервални аниқлаш учун олинган нуқталарни ўзаро равон эгри чизик билан бирлаштириб,  $\sigma^* =$

$f(h_b)$  эгриликка тушириш мақсадга мувофиқ бўлади. Назорат қилинаётган сигналнинг эффектив қиймати уларнинг амплитуда қийматларини ўлчашлар туркуми йўли билан, кейинроқ эса ўртача квадратик қийматларни ҳисоблаб топиш орқали аниқланган:

$$X = \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2)/n}; n = \frac{T}{\Delta t} \quad (6)$$

бу ерда  $n$  – ўлчаш интервалидаги сўров нуқталари сони;  $i$  – ўлчашнинг жорий рақами;  $T$  – назорат қилинаётган аналог сигналнинг даври;  $\Delta t$  – сўров вақти.

Назорат қилинаётган аналог сигналнинг амалдаги қийматининг сўров вақтига кўра ўртача квадратик оғишларини баҳолаш учун тасодикий жараёнларнинг эҳтимолий тавсифларидан фойдаланилган:

$$\sigma_x = \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2)/(n - 1)} \quad (7)$$

Тадқиқотлар Matlab дастурий таъминотининг Simulink иловасидаги математик моделлар ёрдамида ўтказилган.

Аналог рақамли ўзгартиргичларнинг сўров вақтларини оптимал танлаш усулларини қўллашни натижасида микропроцессорли воситалар арифметик мантиқий қурилмаси ҳисоблаш аппаратининг юкланишини камайиши мумкинлиги аниқланган.

Аналог рақамли ўзгартиргичларни дискретлаш частотасига статик ва динамик ҳатоликларни таъсирини баҳолаш мақсадида станция темир йўл автоматика ва телемеханика қурилмаларини станция рельс занжирлари, стрелкали юритмалар, стрелкаларни ўтказиш тоқлари катталиклари, улар ҳолатининг назорати, светофорлар ва шу каби ахборот датчикларини ўз ичига олган назорат объекти математик моделлаштирилди. Албатта, бунда санаб ўтилган объектларни уларнинг ҳолати тўғрисидаги назорат ахборот манбалари, яъни чиқиш сигналлари ҳам дискрет, ҳам аналогли бўла оладиган датчиклар сифатида тақдим этиш мумкинлиги инобатга олинган.

Аналогли ахборот датчиклари ҳолатини назорат қилиш қурилмаси қуйидаги функционал узеллар: аналогли сигнал дискретлашувини амалга оширадиган амплитудали мультимплексор, аналог-рақамли ўзгартиргич, дискретлаштириш жараёни амалга ошириладиган бошловчи импульслар генератори мавжудлигини назарда тутди. Тизимнинг чиқиш сигналлари тикланади ва назорат қилиш қурилмалари, индикаторлар ёки маълумотлар базасига келиб тушади. Назорат қилиш тизимининг ҳар бир қурилмасини, бошқариш жараёнига киритадиган ҳатолик катталиги ( $\gamma$ ) ва ахборотнинг тутилиб қолиш вақти ( $t$ ) билан тавсифлаш мумкин.

Станция электр марказлаштириш тизими қурилмалари учун ҳатоликлар белгиларини киритамиз: датчиклар учун  $\gamma_S^i$  ва  $t_S^i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ; антиэлайзинг (antialiasing) филтрлар учун  $\gamma_F^i$  ва  $t_F^i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ; аналогли мультимплексор (АМХ)  $\gamma_{MX}$  ва  $t_{MX}$ ; аналог-рақамли ўзгартиргич (А/Д) учун  $\gamma_{AD}$ ,  $t_{AD}$ ; ахборотнинг дастурий тикланиши учун  $\gamma_{MP}^i$  ва  $t_{MP}^i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Аналогли датчиклар сифатида маршрутларни белгилашдаги станция стрелкали ўтказгичлари ишчи токлари кўзда тутилган.

Бундан ташқари, аналогли интерфейсининг ҳар бир канали спектрларнинг устма-уст тушиш хатолиги ( $\gamma_H^i$ ),  $i = 1, 2, \dots, N$  ни ҳамда ахборот тиклашнинг методик хатолиги ( $t_H^i$ ),  $i = 1, 2, \dots, N$  ни бир бирига қўшади. Шу билан бирга ўз хатолигини қўшадиган қурилмалар ҳам мавжуд бўлиб, уларга амплитудали мультиплексор ва А/D-ўзгартиргичга хос бўлиб, айнан улар динамик хатоликлар контактларнинг ўтиш қаршиликлари ва алоқа кабелларининг қаршилиги, шунингдек каналларнинг реактив ташкил этувчилари ( $\gamma_{IP}$ ) пайдо бўлишининг сабабидир.

Барча қурилмаларнинг хатоликлари ўзаро мувофиқлаштирилмаган бўлиб, бу юқорида санаб ўтилган барча хатоликларни геометрик жиҳатдан қўшиш имконини беради, шу сабабли  $i$ -нчи каналда бутун дискретлаштириш ва ахборотни тиклаш жараёнининг хатолигини ( $\gamma_{dv}^i$ ), аниқлаш мумкин бўлган:

$$\gamma_{dv}^i = (\gamma_F^i)^2 + \gamma_{MX}^2 + \gamma_{AD}^2 + (\gamma_{MP}^i)^2 + (\gamma_H^i)^2 + (\gamma_P^i)^2 + \gamma_{IP}^2 \quad (8)$$

Стрелкали юритма ҳар бир ток датчигининг канали учун назорат тизими хатолиги ( $\gamma_{SD}^i$ ) куйидаги кўринишга эга бўлган:

$$(\gamma_{SD}^i)^2 = (\gamma_S^i)^2 + (\gamma_{OM}^i)^2 + (\gamma_{dv}^i)^2 \quad (9)$$

бу ерда  $i$  – назорат қилинадиган стрелкалар ва фидерларнинг умумий сонидир.

Микропроцессорли техник воситалар таркибидаги аналог рақамли ўзгартиргичлар ва аналог калитларнинг статик ва динамик хатоликлари таъсири натижасида аналог рақамли ўзгартиргичлар дискретлаш частотасини экспериментал олиш мумкинлиги аниқланган.

Станциядаги дискрет ҳолатига эга объектлардан датчиклар сўрови вақтини баҳолаш учун экспериментал назарий тадқиқотлари ўтказилган. Станциядаги икки позицияли объектларнинг сўров вақти ( $T_{o,дво}$ )ни аниқлаш, станциянинг тасвири акс этган ахборот таблоси ва бошқариш пультадаги барча тумблерлар, узиб-улагичлар ва тугмачалар рўйхатини ўз ичига олади, уларнинг сонини осонлик билан санаб олиш мумкинлигини назарда тутди. Сўров вақти куйидаги ифодага биноан аниқланган:

$$T_{o,дво} = t_T \times \sum_{q=1}^f n_q \quad (10)$$

бу ерда  $f$  – пультадаги икки позицияли бошқарув объектларининг максимал сонига тенг бўлган қиймат.

Станциядаги барча объектлар сўровининг умумий амалга оширилиш вақти куйидаги ифодага кўра топилган:

$$T_{o,дво} = t_T \times \sum_{i=1}^k \sum_{r=1}^j \sum_{u=1}^y \sum_{q=1}^f n_i, n_r, n_u, n_q \quad (11)$$

(11) ифодадан кўринадикки, станциянинг барча объектларини назорат қилишда сўровларни ўтказиш умумий вақти давомлилиги станция назорат объектлар сонига тўғри пропорционал, яъни станция қанча катта бўлса, унинг қурилмаларини назорат қилишда сўровларни ўтказиш учун шунча

кўп вақт талаб этилиши математик моделдан аниқланган.

Темир йўл автоматика ва телемеханика қурилмалари томонидан бажарилаётган асосий вазифалардан бири – ташиш жараёнининг хавфсиз бошқарилишини таъминлаш мақсадида оператив ходимларга сигналлаштириш ва блокировка қурилмалари тўғрисида етарли миқдордаги ишончли ахборот билан таъминлашдан иборатдир.

Тасвирга чиқарилаётган ахборот алгоритмини оптималлаштириш учун графлар назариясидан, хусусан, Петри тармоғидан фойдаланган ҳолда тузилган модел таклиф этилган.

Стрелкали юритма ҳолатини акс эттирувчи Петри тармоғи графи 1-расмда келтирилган, унинг кенгайтирилган кириш ва чиқиш функциялари (12) дан иборат. Граф ишини кўриб чиқамиз,  $\overline{Vzr}$  позициясидаги фишка мавжудлиги стрелкали юритманинг соз ҳолатда эканлигини ва станциянинг мнемотик тасвирида хавотирли ахборот йўқлигини англатади.

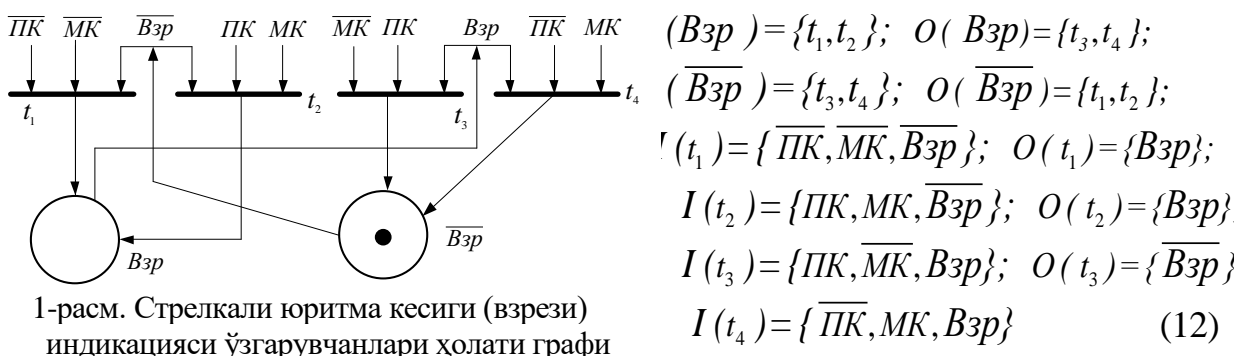
1-расмга мувофиқ  $\overline{Vzr}$  да фишканинг мавжудлиги  $t_3$  ва  $t_4$  каби икки ўтиш ҳолатлари билан белгиланиб, улар  $O(t_3) = \{\overline{Vzr}\}$  ва  $O(t_4) = \{\overline{Vzr}\}$  каби чиқиш функциялари шартлари бажарилиши билан ишга туширилган,  $t_3$  ўтишининг ишлаб кетиши эса шартлари стрелка назорат томонидан бажариладиган кириш функцияси  $I(t_3) = \{ПК, \overline{МК}, \overline{Vzr}\}$  аниқланган бўлиб, унинг шартлари стрелка «минусда» жойлашган ҳолатда ( $\overline{МК}$ ) назорат мавжудлиги, стрелканинг «плюс»да бўлган ҳолати ( $ПК$ ) назорат мавжудлиги ва стрелкада кесик (взрез) мавжудлиги назорати ( $Vzr$ ) билан ифодаланган.

Фишканинг  $\overline{Vzr}$  позицияда ўтиш  $t_4$  бўйича пайдо бўлиш эҳтимоли, ана шу ўтишнинг кириш функцияси  $I(t_4) = \{\overline{ПК}, МК, \overline{Vzr}\}$  билан белгиланади. Фишканинг  $Vzr$  позицияга ўтиш жараёнини, яъни стрелка авариявий ҳолати мавжудлигини кўриб чиқамиз. Фишка  $\overline{Vzr}$  позициядан  $Vzr$  позицияга ўтиши эҳтимоли,  $I(\overline{Vzr}) = \{t_3, t_4\}$  функцияга мувофиқ юзага келади, яъни  $t_1$  ва  $t_2$  ўтишларини ишлатиб юбориш учун шартлар бажарилаётган тақдирда мавжуд бўлиши мумкин. Бир вақтнинг ўзида икки назорат релеси ток остида бўлган  $I(t_2) = \{ПК, МК, \overline{Vzr}\}$  кириш бўйича ёки икки назорат релеси токсиз бўлган ҳолат учун  $I(t_1) = \{\overline{ПК}, \overline{МК}, \overline{Vzr}\}$  шартлари билан ифодаланади.

Фишканинг  $\overline{Vzr} = 0$  позицияда бўлиши  $Vzr = 1$ , ҳамда  $\overline{Vzr} = 0$  эканлиги шартининг бажарилганлигини англатади, чунки  $Vzr = 1$ , бунда мнемоник схемадаги стрелка тасвирида қизил квадрат тасвири кўринишидаги хавотир сигнали пайдо бўлади. Фишканинг  $Vzr$  позициядан  $\overline{Vzr}$  позицияга кўчиши учун стрелкадаги носозликларни баратаф этиш талаб



этилиб, шундан кейин  $t_3$  ёки  $t_4$  шартлари бажарилади, бу эса фишкани  $\overline{Bзр}$  позицияга ўтказди ва хавотир (тревога) сигнализацияси ўчди.



Моделлаштириш натижалари оператив ходимлар иш жойидаги мониторда стрелкали юритмалар ҳолатини визуал акс эттиришнинг барча зарур шароитларини ҳисобга олиш усулларни яратиш имконини берган.

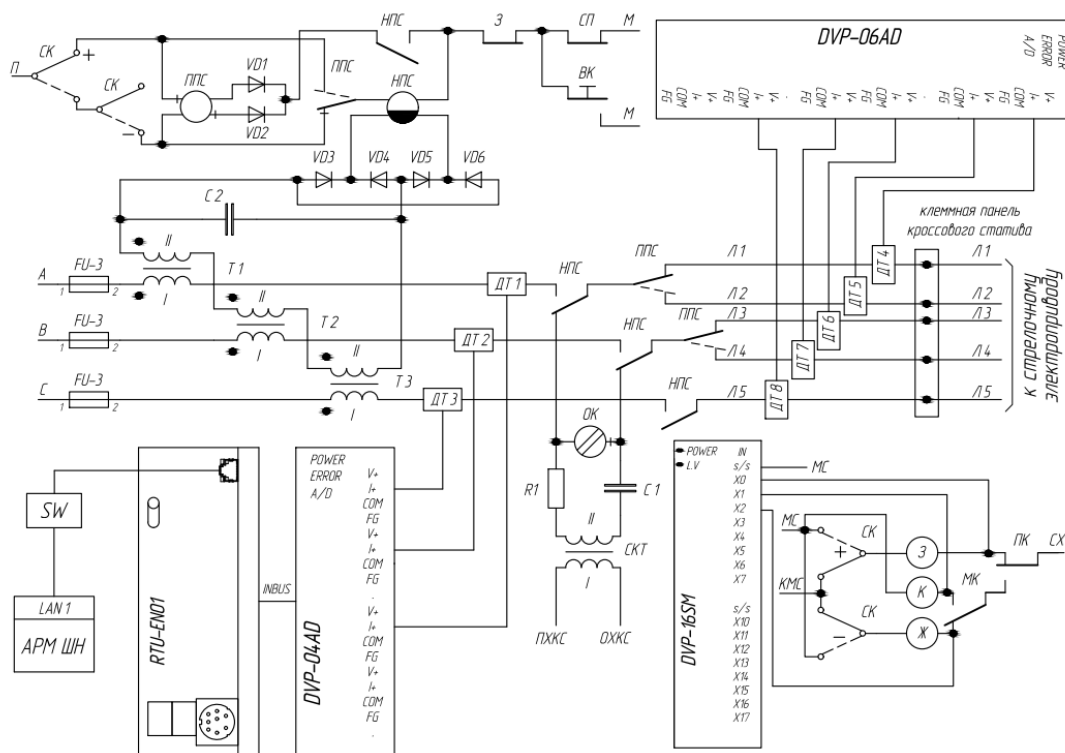
**«Станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли воситаларига қўйиладиган техникавий талаблар ва тавсифларни ишлаб чиқиш»** деб номланган учинчи бобда темир йўл транспортининг асосий вазифаси, яъни юклар ва йўловчиларни узлуксиз етказиб беришни амалга оширишда комплекс ёндашувни ҳисобга олган ҳолда, аппарат таркибий қисмига қўйилган техникавий талабларга танқидий ёндашувга асосланиб станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли воситалар ишлаб чиқилган. Станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмалари устидан самарали назоратни олиб бориш учун, микропроцессорли маълумотларини модулидан фойдаланган ҳолда датчикларни сўровини ташкил этиш, маълумотларни қабул қилиш ва жўнатиш мажмуасига узатиш усуллари таклиф этилган.

Стрелкали юритмани ўтказиш токининг қиймати, уни ташкиллаштириш усуллари, ҳамда ҳолатини назорат қилиш, барча қурилмаларнинг узлуксиз таъминотини уюштиришга доир вазифаларни ташкиллаштириш усуллари ва принципиал схемалари таклиф қилинган (2-расм).

Икки позицияли объектлар ҳолатининг назоратини ташкил қилиш ва назорат қилиш бўйича вазифаларни ташкиллаштириш усуллари, яъни блокли маршрут релели марказлаштириш тизимининг йиғма блокларига уланиш ва назорат вазифаларини бажаришнинг принципиал схемалари ишлаб чиқилган.

Станцияларда объектлар индикациясини станциянинг мнемоник режасида жойлаштириш усуллари билан бирга автоматлаштирилган иш жойларини ташкиллаштириш учун техник талаблар мажмуи яратилган. Қурилмалар ҳолатига доир, дастурий таъминот кўринишидаги (архивлаш), сақланаётган маълумотларни ахборотни акс эттириш воситаларига чиқариб

бериш имконияти билан маълумотлар банкни яратиш зарурати тўғрисидаги қарор асослаб берилган.



2-расм. Стрелка электр юритмасини ўлчаш тизимига улаш принципиал схемаси

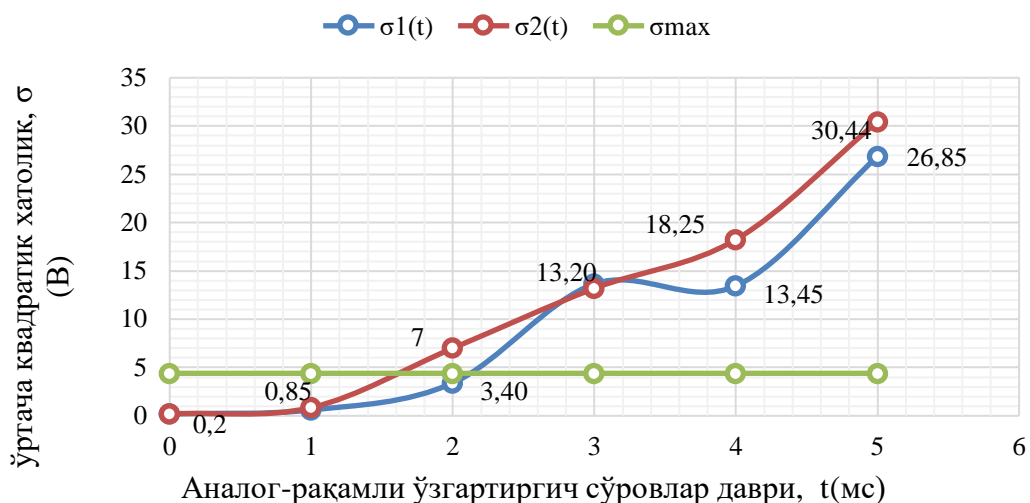
**«Станцияларда поездлар харакатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларини амалда қўллаш бўйича тамойиллар ва тавсияларни ишлаб чиқиш»** деб номланган тўртинчи бобда ишлаб чиқилган автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларнинг ишлаш қобилияти тажрибалар орқали текширувдан ўтказилган. 3-бобда кўриб чиқилган схемаларнинг амалга оширилиши натижасида аналог-рақамли ўзгартиргич сўрови даврларидан ўртача квадратик оғишлар баҳоланиши 220 В кучланишли 50 Гц частотали идеал  $\sigma_2(t)$  ва ҳалақитлар таъсири  $\sigma_1(t)$  остидаги кучланиш ўзгаришларига боғлиқликлари олинган ва тадқиқ этилган. Тадқиқот натижалари 3-расм берилган.

Ишлаб чиқилган принципиал схемалар (4-расм) ва дастурий таъминот асосида Ўртаовул, Жиззах, Хамза (5-расм) мавжуд темир йўл станцияларида ва метрополитеннинг Қўйлик станцияси қурилмаларининг жорий ҳолатини акс эттириш мақсадида оператив ҳодимларнинг автоматлаштирилган иш жойлари ишлаб чиқилган.

Микропроцессорли технологиялардан фойдаланиш тизим ишини протоколлаштириш (архивни юритиш) вазифасини амалга оширилишини таъминланган. Тизим ишини протоколлаштириш вазифаси қуйидагиларни кўзда тутади:

- 1) ахборотни протоколлаштириш ва сақлаш;

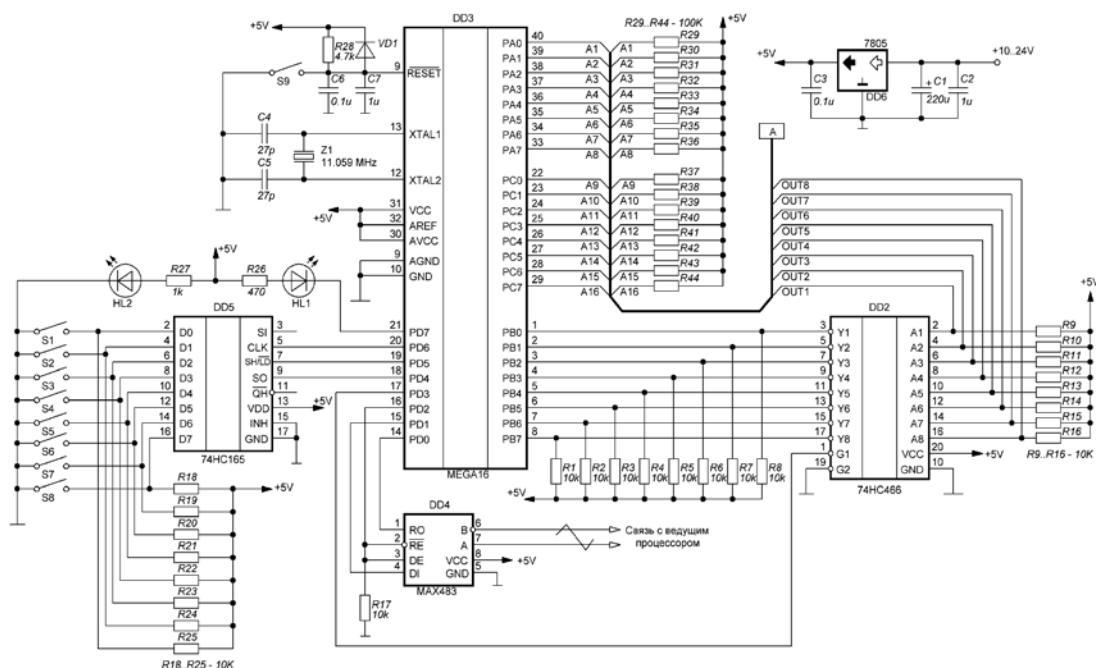
2) архивни статик ва динамик режимларда хабарлар филтритини қўллаган ҳолда кўздан кечириб чиқиш.



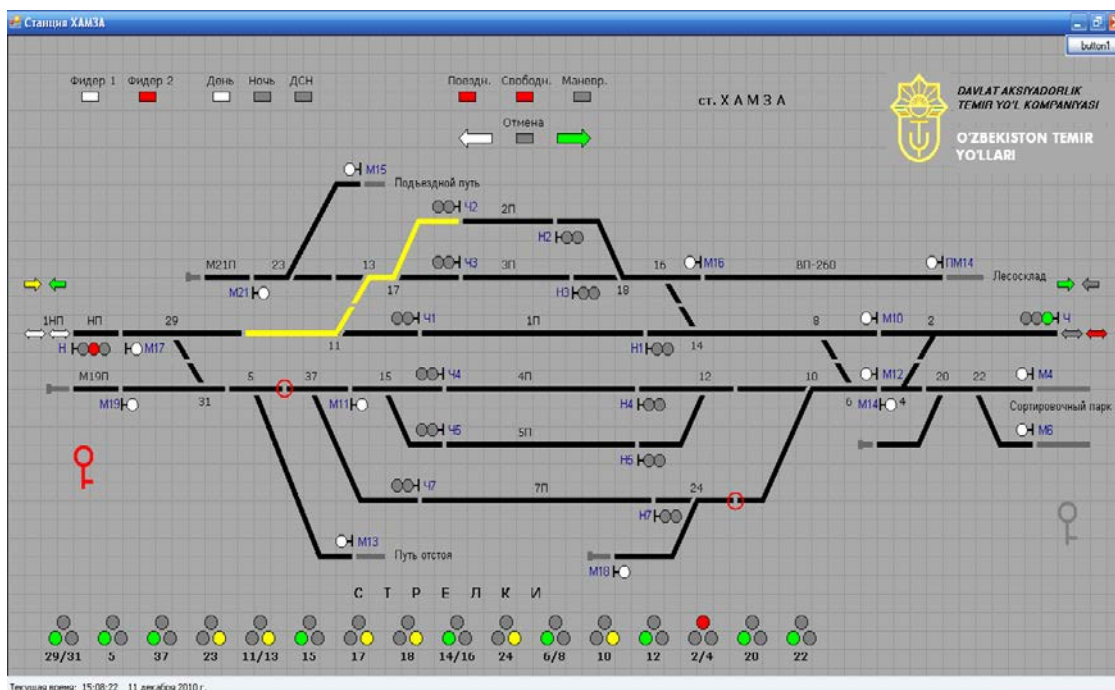
3-расм. 220 В, 50 Гц частотали идеал  $\sigma_2(t)$  ва ҳалақитлар таъсири  $\sigma_1(t)$  остидаги кучланиш шаклини аниқлаш ўртача квадратик хатолигини аналог-рақамли ўзгартиргич сўров даврига бўғлиқлиги.

Архив бир вақтнинг ўзида 4 та физик ташувчида сақланади: сервер 1, сервер 2, концентратор ЛП1 ва концентратор ЛП2. Ҳодисаларнинг аниқроқ таҳлил қилиниши учун барча маълумотлар базаси сақловчиларда ёзиб олинган архивларни кўриб чиқиш тавсия этилади. Архив буюртмачи билан келишилган ҳолда белгиланган вақт давомида сақланади.

Маълумотлар базасининг мавжудлиги нафақат поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларини, балки оператив ходимларнинг ҳаракатларини ҳам назорат қилиш функциясини амалга ошириш имконини яратган.



4-расм. Сигналлаштириш, марказлаштириш ва блокировка қурилмаларидан ахборот дискрет киритиш локал (маҳаллий) модулининг принципаал схемаси.



5-расм. Тошкент минтақавий темир йўл узели «Хамза» станцияси қурилмаларининг техник ҳолати мониторинги дарчасининг ташқи кўриниши.

## ХУЛОСА

Станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларини ишлаб чиқиш масалалари бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Темир йўл автоматика ва телемеханикасининг назорат тизимларининг ривожланиш таҳлили ва замонавий ҳолати асосида станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларини автоматик назорат қилувчи замонавий микропроцессорли техник воситалари ёрдамида бошқариш жихозларга хизмат кўрсатиш стратегиясини модернизациялаш зарурлиги аниқланган. Натижада, махсус ўлчов асбобларига қўйиладиган техник талаблар асосида аналог сигналларнинг шакли ва эффектив қийматини аниқлаш мақсадида микропроцессорли воситалардаги сўровлар вақтини оптимал танлашни амалга ошириш усуллари асосланган.

2. Объектларни тезкор назорат қилиш, аналогли сигналларнинг сўровлари вақтини назарий баҳолаш мақсадида рельс занжирининг математик модели ва Петри тармоғи мультиграфи асосида бошқариш тизимининг автоматлаштирилган иш жойларида стрелкали ўтказгичларнинг ҳолатини визуал тасвирга чиқариш жихозлари учун дастурий таъминот ишини таҳлил қилишнинг математик ифодаси ишлаб чиқилган. Моделлаштириш натижалари оператив ходимлар иш жойидаги монитorda стрелкали юритмалар ҳолатини визуал акс эттиришнинг барча зарур шароитларини ҳисобга олиш усулларни яратиш имконини берган.

3. Махсус ўлчов асбобларини яратиш, сигналларни ўрганиш, автоматлаштирилган иш жойларида ахборотларни акс эттирувчи назорат қилиш жиҳозларига қўйиладиган техник талабларни шакллантириш қоидалари аниқланган ҳамда ушбу иш жойларини жорий этиш, линиядаги синовларни ўтказиш учун станцияларда поездлар ҳаракатини автоматик назорат қилиш мақсадида микропроцессорли воситаларини яратиш тамойиллари ишлаб чиқилган. Бунинг натижасида объектларининг аналог ва дискрет ҳолатларини назорат қилувчи сигналларни станция мнемоник схемасида намоён қилувчи жиҳоз яратилган.

4. Микропроцессорли ҳисоблаш техник воситалари ва дастурланувчи саноат контроллерлари асосида электр марказлаштириш қурилмалари ҳолатини назорат қилувчи тизим ишлаб чиқилган ва жорий қилинган. Илмий тадқиқот ўтказилиши натижасида электр магнит релелар ва постдаги кабеллардан воз кечилган, хизмат кўрсатилмайдиган замонавий таъминот манбалари қўлланилган, шунингдек фойдаланиладиган камёб материаллар хажми камайтирилган.

5. Хизмат кўрсатувчи ҳодимларнинг автоматлаштирилган иш жойлари ишлаб чиқилган ва жорий этилган. Илмий тадқиқот ўтказилиши натижасида назорат объектларининг ҳолатларини мониторингларда акс эттириш имконияти пайдо бўлган, эскирган бошқариш пультлари, кўп сонли тугмачалар ва калитлардан воз кечилган, тезкор назорат қилиш, ҳодимларнинг ҳаракатларини маълумотлар базасида архивлаштириш ва рўйхатдан ўтказиш учун шароитлар яратилган.

6. Поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмалари ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситалар станцияларда ишга туширилганда, электр марказлаштириш тизимининг мавжуд функционал имкониятлари сақланиб қолиниши исботланган. Янги яратилган техник воситалар энергия сарфларини камайтиришга имкон берган, қурилмаларнинг ҳақиқий ҳолатларига кўра техник хизмат кўрсатишнинг янада оқилона режимига ўтишга асос бўлиб хизмат қилган, уларни ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш учун зарур шарт-шароитлар яратган.

7. Ишлаб чиқилган автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситалар Ўртаовул, Жиззах-1 ва Янгиер-1 темир йўл станцияларида ҳамда Қўйлик, Дўстлик-2 ва Янгиобод метрополитен станцияларида жорий қилинган. Дастурланадиган индустриал контроллерлар базасида бажарилган станцияларда поездлар ҳаракатини бошқариш қурилмаларининг ҳолатини автоматик назорат қилувчи техник воситаларни жорий этилишидан кутилаётган йиллик иқтисодий самара 575,3 млн. сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**  

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ЮЛДАШЕВ ШУХРАТ МУРАТОВИЧ**

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА  
АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВ  
УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА СТАНЦИЯХ**

**05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2021**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2021.1.PhD/T2137.**

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного Совета ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Азизов Асадулла Рахимович**  
кандидат технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Баратов Дилшод Хамидуллаевич**  
доктор технических наук, доцент

**Хаджимухаметова Матлуба Адиловна**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Ташкентский университет  
информационных технологий имени  
Мухаммада ал-Хоразмий**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного Совета PhD.15/30.12.2019.T.73.01 при Ташкентском государственном транспортном университете. Адрес: 100167, Ташкент, ул. Темирйулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: [tashiit\\_rektorat@mail.ru](mailto:tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентском государственном транспортном университете (регистрационный номер - \_\_\_\_). Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирйулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года.  
(протокол рассылки № «\_\_» от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года).

**А.И. Адилходжаев**  
Председатель научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
д.т.н., профессор

**Я.О. Рузметов**  
Ученый секретарь научного совета  
по присуждению учёных степеней, к.т.н.

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

## **Введение (аннотация диссертации доктора философии(PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире занимает одну из лидирующих позиций создание средств непрерывного контроля за устройствами, обеспечивающими безопасность движения, усовершенствованию методов контроля, введению функций диагностики, управлению движением железнодорожного транспорта на основе средств и оборудования автоматики, телемеханики, выполненных на основе микропроцессорных технологий. Например внедрение микропроцессорной системы АДК СЦБ (Россия) позволило снизить уровень аварийности ниже 3%. Поэтому в процессе обеспечения безопасности необходимо внедрение диагностических систем, повышающих надежность работы станционных устройств требует реализации автоматики и телемеханики на основе микроэлектронных технологий. В разных странах мира, таких как США, Германия, Япония, Англия, Китай, Испания и т.д., считается важным при проектировании и создании систем автоматики и телемеханики железных дорог, особое значение придается их устойчивости, надежности и самоконтролю, а также разработки сложных микропроцессорных систем, дающих необходимую информацию об их техническом состоянии.

В мире проводятся целенаправленные исследовательские работы направленные на создание микропроцессорных технических средств автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях, связанные с развитием устройств, оборудования и элементов железнодорожной автоматики и телемеханики, а также синтез микропроцессорных устройств контроля на современном уровне. В связи с этим особое внимание уделено совершенствованию модулей контроля на базе современных электронных элементов; разработка новых математических моделей; разработка новых схем по использованию микроконтроллеров, необходимых для железнодорожной автоматики и телемеханики; разработка алгоритмов и программного обеспечения систем выполненных на базе микроконтроллеров и предназначенных для работы в сложных условиях.

В Республике принимаются масштабные меры по развитию транспортной сети, в том числе по инфраструктуре железнодорожного транспорта, увеличению количества железнодорожных линий, развитию электрификации существующих линий, и достигаются определенные результаты. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 г. указаны задачи, такие как, «...повышение конкурентоспособности национальной экономики, ...активное инвестиционное политика, направленное на решение транспортно-коммуникационных и социально-инфраструктурных проектов, ... техническое и технологическое обновления производства, ... широкое привлечение производства энергосберегающих технологии»<sup>2</sup>. Решением

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»



этих задач, в частности, является повышение уровня независимости от импортной продукции, а также разработка технических средств автоматического управления движением поездов на станциях на основе микропроцессорных энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в Законе Республики Узбекистан «О железнодорожном транспорте» (1999 г.), в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и №ПП-3012 от 26 мая 2017 года «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 годы», №ПП-2313 от 6 марта 2015 года «О программе развития и модернизации инженерно-коммуникационной и дорожно-транспортной инфраструктуры», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной области.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** Научные исследования, направленные на решение актуальных задач по разработке методов повышения безопасности движения подвижного состава, модернизации систем автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта, осуществляются в ведущих научных центрах, вузах мира и известных зарубежных фирм, в том числе в Massachusetts Institute of Technology (США), Dresden University of Technology (Германия), Universitadegli Studidi Torino (Италия), Technische Universitat Wien (Австрия), «Siemens», «Bombardier», Петербургском государственном университете путей сообщений, Российском университете транспорта (Россия), Ташкентском государственном транспортном университете, АО «Боштранслойиха», ООО «Mikroelektronika plyus» (Узбекистан).

Значительный вклад в решение задач по повышению надежности и эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики внесли известные ученые и специалисты G. Teeg, F. Bailey, E. Andres, T. Brendt, U. Mashek, D. Straetton, Ю.А. Кравцов, А.М. Брылеев, В.В. Сапожников, Вл.В Сапожников, В.М. Лисенков, П.Ф. Бестемьянов, Н.Ф. Котляренко, В.С. Дмитриев, А.Б. Никитин, К.А. Бочков, Е.Н. Розенберг, В. Феннер, Й. Тринкауф, Х. Христов, М. Фишер и многие другие. Кроме того, известные отечественные ученые в области теоретического и практического анализа работы транспортных процессов, технических и технологических решений по организации движения поездов, систем железнодорожной автоматизации и телемеханики, а также автоматизации управления: Н.Н. Ибрагимова, К.Т. Худайбергана, Н.М. Арипова, С.Ф. Амирова, Ш.Р. Хорунова, В.Г. Строкова, М.Х. Расулова,

А.Р. Азизова, Д.Х. Баратова, Ж.Ф. Курбанова, Э.К. Аметовой, Д.Х. Рихсиева, С.Т. Болтаева и других.

Анализ исследований в этой области показал, что новые принципы и системы не получили широкого распространения, в частности, оптимизация запросов аналоговых сигналов для условий работы железнодорожной автоматики и телемеханики, применение математического моделирования на основе сетей Петри для оптимизации и синтеза программного обеспечения и алгоритмов микропроцессорной аппаратуры автоматического управления, разработке автоматизированных рабочих мест для персонала, обслуживающего устройства, внедрение в практику изучено недостаточно.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов, включенных в план научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта на темы №61 «Разработка технического и программного обеспечения системы контроля состояния станционных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики» (2014-2016), №107 «Применение интерфейса Ethernet (TCP/IP) в системе передачи данных о состоянии устройств железнодорожной автоматики и телемеханики с использованием ВОЛС» (2015-2016) и согласно плана «Единый комплексный план повышения технического уровня АО «Узбекистон темир йуллари» на 2019г. (приказ №2347-НЗ от 27.12.2018г.).

**Целью исследования** является разработка микропроцессорных технических средств автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях.

**Задачи исследования:**

обоснование необходимости разработки микропроцессорных технических средств автоматического контроля с учетом изменения стратегии обслуживания устройств железнодорожной автоматики;

разработать математические модели и программное обеспечение для исследования работы отдельных узлов и элементов микропроцессорных технических средств;

разработать технические требования и характеристики для создания средств контроля за состоянием устройств управления движения поездов и автоматизированных рабочих мест на станциях;

разработать принципы создания микропроцессорных технических средств контроля состояния устройств управления, анализ их работоспособности и реализации к практическому применению;

разработать и внедрит опытные образцы эффективных микропроцессорных средств непрерывного контроля устройств управления движением поездов на станциях.

**Объектом исследования** являются технические средства электрической централизации, участвующее в безопасном управлении движением поездов на железнодорожных станциях.

**Предметом исследования** – являются методы математического моделирования, алгоритмы, программное обеспечение и реализация микропроцессорных технических средств автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях.

**Методы исследования.** В процессе исследования использованы статистический анализ, методы математического моделирования с использованием сетей Петри, теория дискретных систем, теория распознавания образов, цифровая обработка аналоговых сигналов, экспериментальные методы исследования микропроцессорных средств.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

обоснованы методы реализации оптимального выбора времени опроса в микропроцессорных средствах для определения формы и действующих значений аналогового сигнала на основе технических требований к специальным измерительным приборам железнодорожной автоматики и телемеханики;

разработаны математические модели теоретической оценки и анализа времени опроса аналоговых сигналов для обеспечения требуемой точности на основе оперативного контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях;

разработаны математические описание анализа работы программного обеспечения для визуализации состояния стрелочного привода автоматизированного рабочего места системы управления на основе мульти графов сети Петри;

разработаны принципы создания микропроцессорных технических средств, анализ их работоспособности и рекомендации к практическому применению на основе полученных технических требований и характеристики для контроля состояния устройств управления;

разработаны на базе программируемых промышленных контроллеров DVP Delta микропроцессорные технические средства непрерывного контроля устройств управления путем внедрения автоматизированных рабочих мест дежурного по станции и электромеханика.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана система контроля состояния устройств электрической централизации на основе применения промышленных программируемых контроллеров и средствами вычислительной техники;

разработаны алгоритмы, программное обеспечение технических средств для осуществления сбора, обработки, хранения и отображение информации о состоянии объектов контроля в реальном масштабе времени, а также представления информации о поездном положении на станции мониторов автоматизированных рабочих мест;

осуществлена практическая реализация микропроцессорных средств направленная для сокращения количества электромагнитных реле, протяженности внутрипостовых кабелей, применения современных необслуживаемых источников питания, а также экономии дефицитных материалов.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования основана на подтверждении всех соответствующих и соразмерных компонентов, микропроцессорного оборудования полученных с помощью практического эксперимента, с оценкой результатов на реальных данных.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования объясняется созданием математической модели оценки времени опроса аналогово-цифровых преобразователей, оптимизацией и усовершенствованием принципов работы микропроцессорной аппаратуры с целью решения задачи создания современных устройств контроля с использованием ресурсосберегающих технологий в реальных условиях эксплуатации железнодорожной автоматики и телемеханики.

Практическая значимость результатов исследования - создание современных технических средств контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях, снижение энергозатрат, уменьшение количества электромагнитных реле и кабелей внутри поста, использование современных, не требующих обслуживания источников питания, исключение из эксплуатации громоздких пультов управления, экономия дорогостоящих материалов, локализация производства, улучшение условий труда оперативного персонала.

**Внедрение результатов исследования:** На основе результатов научных исследований, направленных на внедрение микропроцессорных технических средств автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях:

разработаны методы измерения для оперативного контроля формы и действующего значения аналогового сигнала в условиях железнодорожной автоматики и телемеханики, оптимального выбора времени опроса для микропроцессорных устройств (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 15 января 2021 года №02/183-21). В результате научных исследований, исходя из технических требований к измерительным устройствам при обработке аналоговых сигналов, микропроцессорными устройствами, выявлены циклы вычислительных операций и снижение нагрузки на элементы вычислительной техники, возможность использования относительно недорогих, конкурентно способных процессоров;

внедрена прогрессивная система на основе вычислительных техники для сбора, обработки, хранения и отображения информации о состоянии объектов контроля в реальном времени на станциях «Уртаовул», «Джизак-1» и «Янги Янгиер», эксплуатируемых АО «Узбекистон темир йуллари» (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 15 января 2021 года №02/183-

21). В результате научных исследований появилась возможность отображать состояние объектов управления в реальном масштабе времени на автоматизированных рабочих местах, созданы условия для оперативного контроля, архивирования и регистрации действий персоналов в базе данных, что позволило исключить из эксплуатации большое количество кнопок и переключателей;

введена система на базе программируемых промышленных контроллеров для надежного управления и контроля объектов электрической централизации на станциях метрополитена Куйлик, Дустлик-2 и Янгиабд Ташкентского метрополитена с учетом мировых тенденций развития железнодорожной автоматики и телемеханики (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 15 января 2021 года №02/183-21). В результате научного исследования достигнуты значительно меньшие габариты оборудования, объемы строительно-монтажных работ, снижение эксплуатационных затрат, сокращение количества электромагнитных реле и протяженности внутрипостовых кабелей, применение современных необслуживаемых источников питания, исключение из эксплуатации громоздких пультов управления и манипуляторов с большим числом рукояток и кнопок механического действия, экономия дефицитных материалов.

**Апробация результатов исследования.** Результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на 8 научно-практических конференциях, в том числе 2 международных и 6 республиканских конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 17 научных работ, из них 1 статья в зарубежном и 4 статьи в республиканских научных журналах рекомендованных ВАК РУз, а также имеется 4 свидетельства на программу ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Объем диссертации составляет 120 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** приводится обоснование актуальности и востребованности диссертационного исследования, описание цели и основных задач, а также объектов и предметов, соответствующих приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты, теоретическая и прикладная значимость результатов, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Задача автоматизации процессов определения технического состояния устройств управления движением поездов на станциях**» рассматривается и проводится анализ

развития и современное состояние микропроцессорных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. На основании анализа было сделано заключение о необходимости модернизировать существующую стратегию технического обслуживания устройств СЦБ, на основе современного уровня развития микропроцессорных средств автоматического определения технического состояния объектов управления движением поездов на станциях. Для выполнения поставленных задач необходимо: на единой методологической основе разработать функционально полностью завершенные технические средства автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях, с возможностью визуализации полученных данных; использовать методы и принципы построения архитектуры и алгоритмов, структурно-функционального состава микропроцессорных технических средств; разработать математические модели определения технического состояния контролируемых объектов, с учетом цифровой обработки сигналов и характера изменения входных переменных; разработать алгоритмы функционирования модели определения технического состояния средства автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях.

Проведенные исследования показали, что проблема внедрения микропроцессорных устройств системы автоматизации управления электрической централизации (ЭЦ) получила особую актуальность в последнее время. Учитывая, что на сети железных дорог Узбекистана эксплуатируются свыше 60 % систем ЭЦ, проработавших более 30 лет, и выработавших свой ресурс. При этом продолжается износ деталей и старение материалов, развитие дефектов, что ведет к возникновению новых отказов и очередному восстановлению. Это ведет к повышению предельных затрат на восстановление, росту расходов, связанных с простоем поездов, вызванных отказами аппаратуры и экспоненциальному возрастанию эксплуатационных расходов на обслуживание станционных устройств. Анализ статистических данных о неисправностях систем и устройств показал, что 28% приходится на устройства ЭЦ, которые находятся под наблюдением оборудования расположенного непосредственно в помещении, что дает основание реализовать непрерывный мониторинг их состояния. Обобщая вышесказанное, можно отметить, что результаты анализа показывают, что в рамках существующей стратегии технического обслуживания, методов и средств поиска неисправностей улучшить показатели эксплуатационной надежности и восстанавливаемости устройств управления движением поездов на станциях не представляется возможным, без применения современных микропроцессорных технологий.

Для повышения эффективности технологического процесса обслуживания станционных устройств СЦБ необходимо внедрение стратегии технического обслуживания (СТО) с учетом текущего фактического состояния и возможностью отражать результаты измерений

на мониторе автоматизированного рабочего места (АРМ) персонала, что позволит фиксировать предотказные состояния устройств и предотвращать значительное количество постепенных и перемежающихся отказов, а следовательно, и общее число отказов. При такой СТО все профилактические и ремонтные работы назначаются в зависимости от фактического технического состояния контролируемых объектов, в результате чего уменьшается объем регламентных работ и создаются условия для рационального использования материально-технических и людских ресурсов. Такую стратегию обслуживания можно назвать стратегия технического обслуживания с учетом фактического состояния устройства.

Вторая глава «Теоретические предпосылки разработки средства автоматического контроля состояния технических устройств управления движением поездов на станции» посвящена применению методов оптимального выбора времени опроса при определении формы и действующего значения аналогового сигнала с использованием микропроцессорных средств на основе технических требований к средствам измерений железнодорожной автоматики и телемеханики, оценке влияния статических и динамических погрешностей на частоту дискретизации аналого-цифровых преобразователей, проведению обследований при контроле дискретных состояний станционных объектов, определению принципов зависимости временного интервала от количества объектов, разработке математических моделей программного обеспечения для визуального представления информации при контроле состояния стрелочного перевода на основе сетевой мультиграфов Петри.

Одним из наиболее ответственных технических средств автоматического контроля, определяющим качество работы систем железнодорожной автоматики и телемеханики, является модуль аналогового контроля, осуществляющий преобразование аналоговой величины в соответствующий ей цифровой эквивалент. Процесс получения микроконтроллером информации о непрерывно изменяющихся величинах происходит дискретно во времени, поэтому возникает задача восстановления значений измеряемых величин в моменты времени, не совпадающие с моментами замера. Такое восстановление обычно производится различными методами интерполяции. Точность восстановления ограничена ошибкой квантования. Однако в соответствии с теоремой Котельникова-Шеннона точное восстановление возможно, только если аналоговый сигнал  $x(t)$  имеет ограниченный спектр, в этом случае он может быть восстановлен однозначно и без потерь по своим дискретным отсчетам, взятым с частотой  $f$  больше удвоенной верхней частоты спектра  $f_c$  сигнала:  $f > 2f_c$ . Согласно Теореме Котельникова непрерывный сигнал  $x(t)$  можно представить в виде интерполяционного ряда:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\Delta) \operatorname{sinc} \left[ \frac{\pi}{\Delta} (t - k\Delta) \right], 0 < \Delta \leq \frac{1}{2f_c} \quad (1)$$

Однако этот путь расчета периода опроса достаточно громоздок и требует больших вычислительных ресурсов. Оценка искомого периода опроса аналоговых сигналов требует расчета необходимого периода опроса при ступенчатой интерполяции для каждой существенной измеряемой величины определяется по формуле:

$$\sigma_{\Delta x_{max}}^2 = 2[K_x(0) - K_x(t_0)] + \sigma_{\Delta x_i}^2 \quad (2)$$

которая определяет период опроса  $t_0$  аналоговых сигналов величины  $x(t)$  в указанных условиях по заданной погрешности ее определения  $\sigma_{\Delta x_{max}}^2$ , известной погрешности датчика  $\sigma_{\Delta x_i}^2$  и вычисленной оценке корреляционной функции измеряемого процесса  $K_x(\tau)$ . Этот путь расчета периода опроса достаточно громоздок (требует предварительного вычисления оценок корреляционных функций измеряемых величин).

Используем более простую приближенную оценку необходимого периода опроса аналоговых сигналов величины  $x(t)$ . Пусть задана средняя квадратичная погрешность  $\sigma_{\Delta x_{max}}$  определения величины  $x(t)$ , состоящая из случайной составляющей погрешности датчика и погрешности ступенчатой экстраполяции. При этих условиях требуется найти интервал времени между соседними замерах, при котором погрешность определения величины не превышала бы заданного значения. Для предварительного расчета необходимого интервала между измерениями был произведен опыт, заключающийся в 30 – 50 кратном измерении величины с любым произвольным интервалом времени между соседними замерах  $h_b$ . Полученные в результате опыта данные сводились в таблицу, где над ними выполнялись следующие действия.

$$\Delta_{i(i-k)} = x_i^* - x_{i-k}^* \quad (3)$$

$$x_i^* = x^*(t_i), x_{i-k}^* = x^*(t_{i-k}); \quad (4)$$

$$\sigma_{kh_b}^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=k}^n \Delta_{i(i-k)}^2}{n-k}} \quad (5)$$

где  $i$  – номер строки таблицы;  $k$  – номер столбца таблицы.

В результате составления таблицы определяются приближенные оценки средних квадратичных отклонений величины, за интервалы времени, кратные  $h_b$ . Для определения необходимого интервала между соседними измерениями целесообразно нанести на график  $\sigma^* = f(h_b)$  полученные точки, соединив их плавной кривой. Определение действующего значения контролируемого сигнала производится путем серии измерений их мгновенных (амплитудных) значений, с последующим вычислением среднеквадратических значений:

$$X = \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2)/n}; n = \frac{T}{\Delta t} \quad (6)$$

где  $n$  – количество точек опроса на интервале измерения;  $i$  – текущий номер измерения;  $T$  – период контролируемого сигнала;  $\Delta t$  – время опроса.



Для оценки среднеквадратичного отклонения действующего значения контролируемого сигнала по времени опроса были использованы вероятностные характеристики случайных процессов:

$$\sigma_x = \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2)/(n - 1)} \quad (7)$$

Исследования проводились в приложении Simulink программного обеспечения Matlab.

В результате применения методов оптимального выбора времени опроса аналогово-цифровых преобразователей было обнаружено, что снижается вычислительная нагрузка на арифметико-логическом устройстве микропроцессора.

Для оценки влияния статических и динамических ошибок на частоту дискретизации аналогово-цифровых преобразователей, станционные устройства железнодорожной автоматики и телемеханики, можно рассматривать как объект контроля, содержащий датчики информации, такие как станционные рельсовые цепи, стрелочные приводы, величины токов перевода стрелок, контроль их положения, светофоры и т.д. Разумеется, что перечисленные объекты можно представить как источники контрольной информации, об их состоянии, т.е. датчиками, выходные сигналы которых могут быть дискретными и аналоговыми. Устройство, по контролю за состоянием датчиков аналоговой информации предполагает наличие следующих функциональных узлов: амплитудного мультиплексора, осуществляющего дискретизацию аналогового сигнала, аналого-цифрового преобразователя, генератора задающих импульсов, с помощью которых производится процесс дискретизации. Выходные сигналы системы восстанавливаются и поступают на устройства контроля, индикаторы или в базу данных. Каждое устройство системы контроля, может характеризоваться: величиной погрешности, которую устройство вносит в процесс управления ( $\gamma$ ), и временем задержки информации ( $t$ ).

Введем обозначения погрешностей для устройств, станционной системы электрической централизации: для  $N$  датчиков  $\gamma_S^i$  и  $t_S^i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ; антиэлайзинговых (antialiasing) фильтров  $\gamma_F^i$  и  $t_F^i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ; аналогового мультиплексора (AMX)  $\gamma_{MX}$  и  $t_{MX}$ ; аналого-цифрового преобразователя (A/D)  $\gamma_{AD}$ ,  $t_{AD}$ ; программного восстановления информации  $\gamma_{MP}^i$  и  $t_{MP}^i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ . В качестве аналоговых датчиков в этом случае предусматриваются рабочие токи стрелочных переводов станции при установке маршрутов.

Помимо этого, каждый канал аналогового интерфейса вносит свои погрешности наложения спектров ( $\gamma_H^i$ ),  $i = 1, 2, \dots, N$  и методическую погрешность восстановления информации ( $t_H^i$ ),  $i = 1, 2, \dots, N$ . В свою очередь имеются устройства, вносящие свою погрешность, к ним относятся амплитудный мультиплексор и A/D-преобразователь, которые являются причиной появления динамической погрешности, переходные

сопротивления контактов, омическое сопротивление кабелей связи, а также реактивные составляющие каналов ( $\gamma_{IP}$ ).

Известно, что погрешности всех устройств не коррелированы между собой, это позволяет осуществить геометрическое суммирование всех выше перечисленных погрешностей, в связи, с чем можно определить погрешности всего процесса дискретизации и восстановления информации в  $i$ -м канале ( $\gamma_{dv}^i$ ):

$$\gamma_{dv}^i = (\gamma_F^i)^2 + \gamma_{MX}^2 + \gamma_{AD}^2 + (\gamma_{MP}^i)^2 + (\gamma_H^i)^2 + (\gamma_P^i)^2 + \gamma_{IP}^2 \quad (8)$$

Погрешность системы контроля для канала каждого датчика тока стрелочного привода ( $\gamma_{SD}^i$ ) будет иметь вид:

$$(\gamma_{SD}^i)^2 = (\gamma_S^i)^2 + (\gamma_{OM}^i)^2 + (\gamma_{dv}^i)^2 \quad (9)$$

где  $i$ - общее количество стрелок плюс контролируемые фидера питания станции.

В результате влияния статических и динамических ошибок аналогово-цифровых преобразователей и аналоговых переключателей в аппаратной части микропроцессора было обнаружено, что частоты дискретизации аналогово-цифровых преобразователей могут быть получены экспериментально.

Проведены теоретические исследования вопроса о времени опроса датчиков дискретных элементов станционных объектов. Определение времени опроса двухпозиционных объектов ( $T_{о,дво}$ ) предполагает, перечень всех тумблеров, переключателей и кнопок их количество легко посчитать имея перед собой изображение станции на пульте управления и информационного табло. Время опроса определится по формуле:

$$T_{о,дво} = t_T \times \sum_{q=1}^f n_q \quad (10)$$

где  $f$  – число равное максимальному количеству двухпозиционных объектов управления на пульте. Суммарное время опроса всех объектов на станции будет определяться по формуле

$$T_{о,дво} = t_T \times \sum_{i=1}^k \sum_{r=1}^j \sum_{u=1}^y \sum_{q=1}^f n_i, n_r, n_u, n_q \quad (11)$$

Как видно из формулы (11) длительность времени опроса всех объектов станции прямо пропорционально количеству объектов, т.е. чем больше станция, тем больше требуется времени на опрос ее устройств.

Одной из главных задач, выполняемых устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики, является обеспечение безопасного управления перевозочным процессом, путем предоставления оперативному персоналу достаточного количества достоверной информации о состоянии устройств сигнализации и блокировки. Для оптимизации алгоритма выводимой информации предложена модель с использованием теории графов в частности сети Петри.

Граф сети Петри отражения состояния стрелочного привода приведен на рис.1, расширенными входными и выходными функциями являются (1). Рассмотрим работу графа, наличие фишки в позиции  $\overline{Bzr}$ , означает

исправное состояние стрелочного привода и отсутствие тревожной информации на мнемоническом изображении станции.

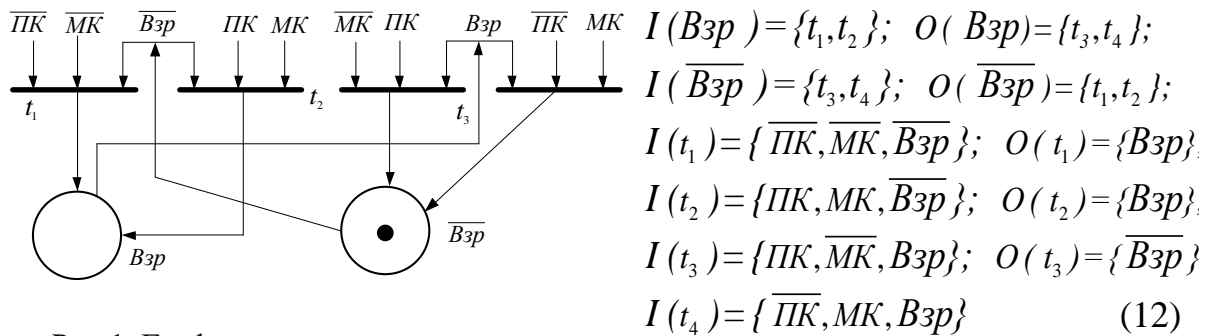


Рис.1. Граф состояния переменных индикации взреза стрелочного привода

В соответствии с рис. 1 наличие фишки в  $\overline{Взр}$  определено состояниями двух переходов  $t_3$  и  $t_4$ , которые были запущены выполнением условий выходных функций  $O(t_3) = \{\overline{Взр}\}$  и  $O(t_4) = \{\overline{Взр}\}$ , запуск перехода  $t_3$  определен входной функцией  $I(t_3) = \{ПК, \overline{МК}, Взр\}$ , условия которой выполняется контроль, что стрелка находится в «минусе» ( $\overline{МК}$ ), наличие контроля положения стрелки в «плюсе» ( $ПК$ ) и контроля наличия взреза у стрелки ( $Взр$ ). Возможное появление фишки в позиции  $\overline{Взр}$ , по переходу  $t_4$ , определяется входной функцией этого перехода, а именно  $I(t_4) = \{\overline{ПК}, МК, Взр\}$ . Рассмотрим возможности перехода фишки в позицию  $Взр$ , т.е. наличие аварийного состояния стрелки. Переход фишки из позиции  $\overline{Взр}$  в позицию  $Взр$  возможно согласно функции  $I(\overline{Взр}) = \{t_3, t_4\}$ , т.е. если выполняются условия для запуска переходов  $t_1$  и  $t_2$ . По входу  $I(t_2) = \{ПК, МК, \overline{Взр}\}$ , когда одновременно под током два контрольных реле, либо  $I(t_1) = \{\overline{ПК}, \overline{МК}, \overline{Взр}\}$  когда два контрольных реле без тока. Наличие фишки в позиции  $\overline{Взр} = 0$ , означает выполнение условия, что  $Взр = 1$ , а  $\overline{Взр} = 0$ , т.к.  $Взр = 1$  при этом на мнемонической схеме на изображении стрелки появляется тревожный сигнал в виде изображения красного квадрата. Для перемещения фишки из позиции  $Взр$  в позицию  $\overline{Взр}$ , необходимо устранить неисправности на стрелке, после чего выполняются условия  $t_3$ , либо  $t_4$ , что переместит фишку в позицию  $\overline{Взр}$  и отключится тревожная сигнализация. Результаты моделирования позволят создать метод учета всех необходимых условий визуального отображения состояния стрелочных приводов на мониторе рабочего места оперативного персонала.

В третьей главе «Разработка технических требований и характеристики микропроцессорных средств автоматического

**контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях»** разработаны микропроцессорные средства автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях, основанные на критическом подходе к техническим требованиям к аппаратной составляющей, с учетом комплексного подхода к реализации основной задачи железнодорожного транспорта, а именно бесперебойной доставки грузов и пассажиров. Предложены способы организации опроса датчиков, основанные на применении микропроцессорного модуля съема информации, с последующей передачей данных в комплекс по приему и передаче информации, который будет способствовать эффективному контролю, за устройствами управления движением поездов на станциях. Предложены способы организации контроля и принципиальные схемы для выполнения функций по контролю, за состоянием и величиной тока перевода стрелочного привода, организации бесперебойного питания, всех устройств (рис.2)

Разработаны способы организации контроля и принципиальные схемы для выполнения функций по контролю, за состоянием двух позиционных объектов, а именно схемы подключения к наборным блокам системы блочной маршрутной релейной централизации. Предложен метод и схемное решение реализации индикации состояния устройств, в случае отсутствия возможности организации АРМ на станции, а также разработан комплекс технических требований для организации АРМ на станциях, с предложенными способами расстановки индикации объектов на мнемоническом плане станции, Обосновано решение о необходимости реализации банка данных состояния устройств в виде программного обеспечения (архивирование), с возможностью вывода хранимых данных на средства отображения информации.

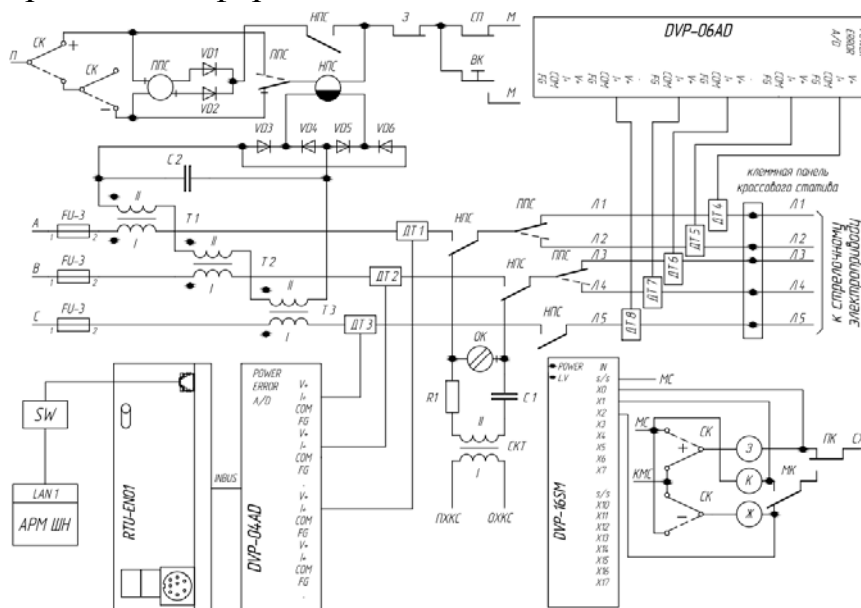


Рис. 2. Принципиальная схема подключения стрелочного электропривода к измерительной системе

В четвертой главе «Разработка принципов и рекомендации практической реализации микропроцессорных технических средств автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях» произведена экспериментальная проверка работоспособности разработанных микропроцессорных технических средств автоматического контроля. В результате реализации практических схем, рассмотренных в главе 3, получены и исследованы зависимости изменения оценки среднеквадратичных отклонений  $\sigma_2(t)$  от периодов опроса АЦП синусоида идеального напряжения 220В, 50Гц и при наличии помех  $\sigma_1(t)$  измерения приводят к результатам, приведенным на рис. 3.

На основании разработанных принципиальных схем (рис. 4) и программного обеспечения были разработаны автоматизированные рабочие места дежурных по станциям и электромехаников СЦБ, с целью отражения текущего состояния станционных устройств, действующих станций Уртаул, Джизак, Хамза (рис. 5) и станции метрополитена Куйлюк.

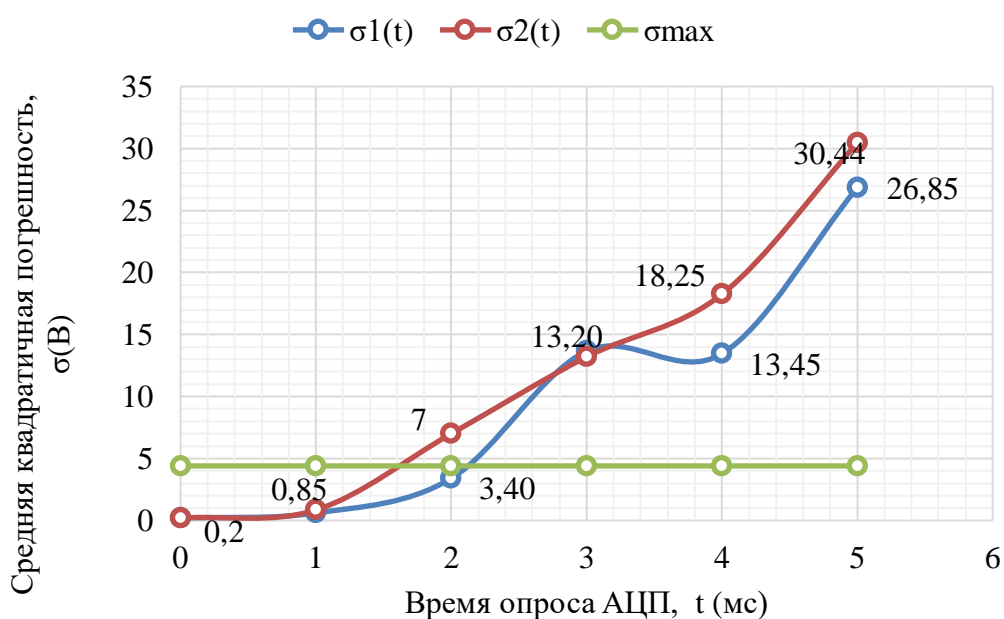


Рис. 3. Зависимость средней квадратичной погрешности от периодов опроса АЦП снимаемого идеального  $\sigma_2(t)$  напряжения 220 В, частотой 50 Гц и с наложением помех  $\sigma_1(t)$

Использование микропроцессорных технологий обеспечило возможность выполнения функции протоколирования работы системы (ведение архива). Функция протоколирования работы системы предусматривает: протоколирование и хранение информации; просмотр архива в статическом и динамическом режимах с применением фильтров сообщений. Архив ведется одновременно на 4 физических носителях: сервер 1, сервер 2, концентратор ЛП1 и концентратор ЛП2. Для более точного анализа событий рекомендуется просматривать архивы,

записанные на всех носителях БД. Архив хранится в течение времени, которое определяется по согласованию с заказчиком. Наличие базы данных позволило реализовать функцию контроля не только за устройства управления движением поездов, но и за действиями персонала.

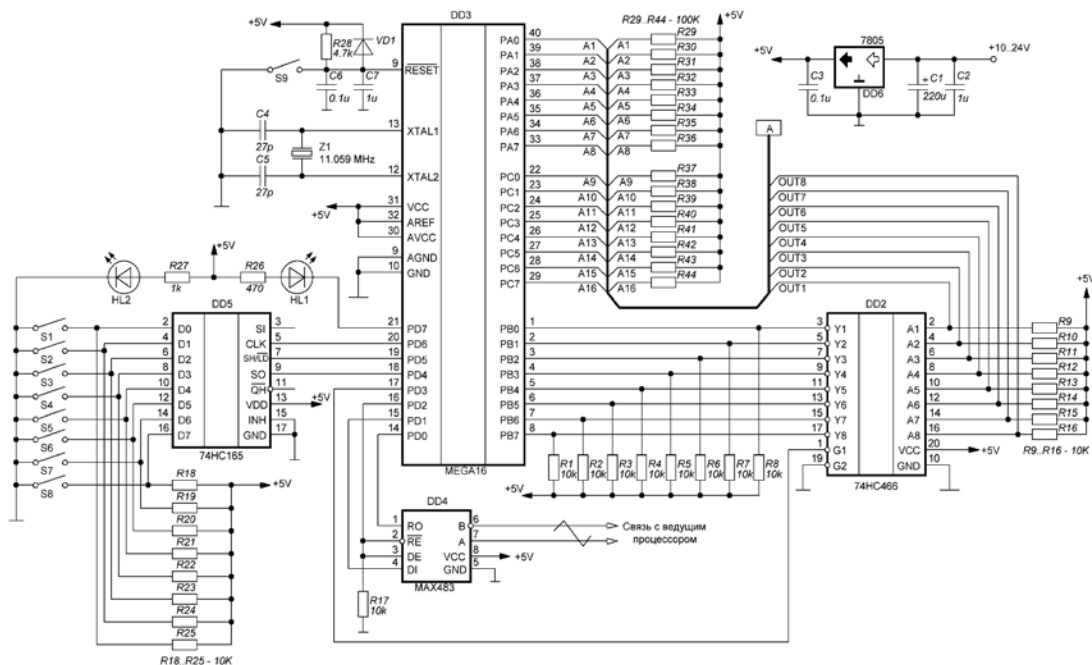


Рис.4. Принципиальная схема локального модуля дискретного ввода информации с устройств СЦБ

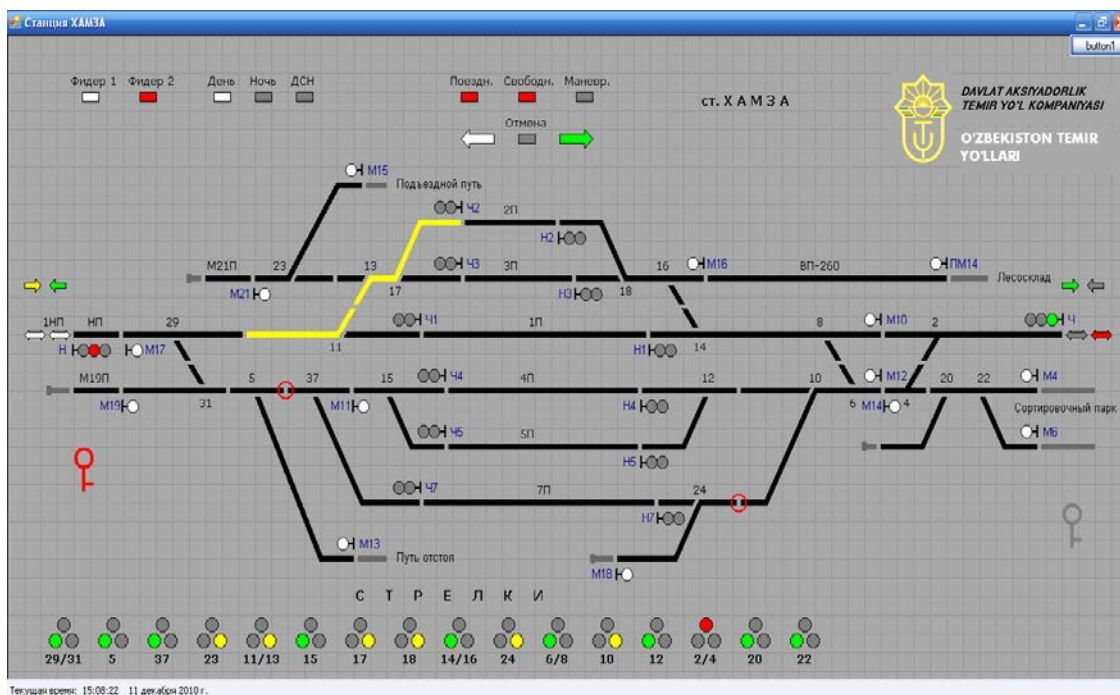


Рис.5. Внешний вид окна мониторинга технического состояние устройств станции «Хамза» Ташкентского РЖУ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований, направленных на применение микропроцессорных технических средств автоматического контроля состояния устройств управления движением поездов на станциях представлены следующие заключения:

1. На основании анализа развития и текущего состояния систем контроля железнодорожной автоматикой и телемеханикой выявлена необходимость модернизации стратегии обслуживания контрольно-измерительной аппаратуры с использованием современной микропроцессорной аппаратуры, автоматически контролирующей движение поездов на станциях. В результате, исходя из технических требований к специальным измерительным приборам, на основе определения формы и действующего значения аналоговых сигналов, обоснованы методы оптимального выбора времени опроса в микропроцессорных устройствах.

2. Разработаны математическая модель рельсовой цепи для оперативного контроля за объектами, теоретическая оценка времени опроса аналоговых сигналов, математическое описание на основе мультиграфа сети Петри для анализа работоспособности программного обеспечения устройств визуального отображения состояния стрелочных переводов автоматизированных рабочих местах системах управления. Получены результаты моделирования, которые позволили создать методы, учитывающие все необходимые условия для визуального представления состояния приводов стрелок на мониторе рабочих мест оперативного персонала.

3. Определены правила создания специальных средств измерений, исследования сигналов, формирования технических требований к средствам контроля, отражающим информацию на автоматизированных рабочих местах, а также принципы организации автоматизированных рабочих мест, создания микропроцессорных устройств контроля за автоматическим управлением движением поездов на станциях, линейного тестирования. Создано устройство, отображающее на мнемонической схеме станции состояние объектов на основе сигналов, контролирующих состояние аналоговых и дискретных объектов.

4. Разработана и внедрена система мониторинга состояния устройств электрической централизации, выполненная на базе микропроцессорного вычислительного оборудования и программируемых промышленных контроллеров. В результате научного исследования, появилась возможность отказаться от использования электромагнитных реле, внутрипостовых кабелей, применить современные необслуживаемые источники питания, а также сократить объемы используемых дефицитных материалов.

5. Разработана и внедрена система автоматизированных рабочих мест оперативного персонала. В результате научного исследования, появилась

возможность отражать состояние контролируемых объектов на мониторах автоматизированных рабочих мест, отказаться от громоздких выносных пультов, огромного количества тумблеров и переключателей, создать условия для оперативного контроля, документирования и архивирования действий персонала.

6. Доказано, что при включении микропроцессорных технических средства автоматического контроля за состоянием устройств управления движением поездов на станциях, сохраняются существующие функциональные возможности системы электрической централизации. Созданные микропроцессорные технические средства, позволяют сократить энергетические затраты, служат основой для перехода на более рациональный режим обслуживания устройств, по их фактическому состоянию, создают предпосылки для локализации их производства.

7. Разработанные микропроцессорные технические средства автоматического контроля внедрены на станциях Уртаовул, Джизак-1, Янгиер-1 и станции метрополитена Куйлюк. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработанных микропроцессорных средств автоматического контроля, состояния устройств управления движением поездов на станциях, выполненных на базе программируемых промышленных контроллеров, составил 575,3 млн. сум.



**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY  
SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES PhD.15/30.12.2019.T.73.01**

---

**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

**YULDASHEV SHUKHRAT MURATOVICH**

**MICROPROCESSOR TECHNICAL EQUIPMENT FOR AUTOMATIC  
CONTROL OF THE STATE OF TRAIN CONTROL DEVICES AT  
STATIONS**

**05.08.03 – Operation of railway transport**

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

**Tashkent – 2021**

**The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2021.1.PhD/T2137.**

The dissertation has been prepared at Tashkent state transport university.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) and on the web site of «ZiyoNet» Information and education portal ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Scientific supervisor:** **Azizov Asadulla Rakhimovich**  
candidate of technical sciences, assistant professor

**Official opponents:** **Baratov Dilshod Khamidullaevich**  
doctor of technical sciences, assistant professor  
**Khadzhimukhamedova Matluba Adilovna**  
candidate of technical sciences, assistant professor

**Leading organization:** **Tashkent University of Information Technologies  
named after Muhammad al-Khwarizmi**

The defense will be take place «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2021 at \_\_\_\_\_ at the meeting of Scientific Council at the Scientific Council PhD.15/30.12.2019.T.73.01 Tashkent state transport university. Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone:(+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-57, e-mail: tashiit\_rektorat@mail.ru

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information–Resource Center of the Tashkent state transport university (Registration number –\_\_\_\_\_). (Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66)

Abstract of dissertation was distributed on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2021 year.

(mailing record № \_\_\_\_\_ on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2021 year)

**A.I. Adilkhodjaev**  
Chairman of Scientific Council  
on awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, professor

**Ya.O. Ruzmetov**  
Scientific secretary of the Scientific Council  
on awarding scientific degrees,  
Candidate of technical sciences

**N.N. Ibragimov**  
Chairman of the scientific seminar under scientific council  
on awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** is the development of microprocessor-based technical means for automatic monitoring of the state of train control devices at stations.

### **Tasks of the research:**

- justification of the need to develop microprocessor-based technical means of automatic control, taking into account changes in the strategy of servicing railway automation devices;
- developed mathematical models and software for researching the operation of individual units and elements of microprocessor hardware;
- developed technical requirements and characteristics for the creation of means of monitoring the state of train traffic control devices and automated workstations at stations;
- developed principles for creating microprocessor-based technical means for monitoring the state of control devices, analyzing their performance and implementing them for practical use;
- developed and introduced prototypes of effective microprocessor-based means of continuous monitoring of train control devices at stations.

### **Scientific novelty of the research** is as following:

- substantiated methods for implementing the optimal choice of the polling time in microprocessor-based means for determining the shape and effective values of an analog signal based on technical requirements for special measuring instruments of railway automation and telemechanics;
- mathematical models have been developed for the theoretical assessment and analysis of the polling time of analog signals to ensure the required accuracy based on the operational monitoring of the state of train control devices at stations;
- a mathematical description of the analysis of the operation of the software for visualization of the state of the switch drive of the automated workstation of the control system on the basis of the multi-graphs of the Petri net has been developed;
- the principles of creating microprocessor-based technical means, analysis of their performance and recommendations for practical application based on the obtained technical requirements and characteristics for monitoring the state of control devices have been developed;
- developed on the basis of programmable industrial controllers DVP Delta microprocessor technical means of continuous monitoring of control devices by introducing automated workstations of the station attendant and electromechanics.

### **The structure and volume of the research work.**

The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of literature, and applications. The volume of the thesis is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Юлдашев Ш.М. Оптимизация времени опроса аналоговых сигналов в системах автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте. ТошТЙМИ Ахбороти, Тошкент 2012, №2, 60-62 б. (05.00.00; №11).

2. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М. Моделирование работы узла линейного пункта диспетчерской централизации. ТошТЙМИ Ахбороти. Тошкент 2010, №2. 65-66 б. (05.00.00; №11).

3. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М. Разработка и исследование модели реле наборной группы. ТошТЙМИ Ахбороти. Тошкент 2017, №1., 85-89 б. (05.00.00; №11).

4. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М. Автоматизированная система контроля, за катастрофическими изменениями состояния земляного полотна и зоны, необходимой для обеспечения габарита подвижного состава, в селеопасных и лавиноопасных зонах. ТошТЙМИ Ахбороти. Тошкент 2017, №2., 78-81 б. (05.00.00; №11).

5. Azizov A. R., Yuldashev Sh. M., Ametova E. K. Researching the question of the polling time of sensors. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 8, Issue 1, January 2021 (05.00.00; №28).

**II бўлим (II часть; II part)**

1. Бестемьянов П.Ф., Юлдашев Ш.М. Оценка времени опроса аналоговых сигналов при диагностике средств железнодорожной автоматики и телемеханики. МирТранспорта – Москва: МГУПС, 2013, №1., С.36-43.

2. Ametova E. K., Azizov A. R., Yuldashev Sh. M. Microprocessor technology in the devices railway automation and telemechanics, Solid State Technology Volume: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020

3. Азизов А.Р., Фадеев А.А., Юлдашев Ш.М. Микропроцессорный бесконтактный кодовой путевой трансмиттер на базе микроконтроллера АТТiny 2313. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых – Ташкент: ТашИИТ, 2008., С.132-134.

4. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М., Нуриддинов К.К. Особенности системы удаленного мониторинга «Зарафшан». Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых – Ташкент: ТашИИТ, 2015, С.8-10.

5. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М., Нуриддинов К.К. Автоматизация измерения временных характеристик формирователя кодов. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых – Ташкент: ТашИИТ, 2015., С.187-190.

6. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М., Содиков А.Н. Разработка схемы блока питания микроэлектронного импульсного реле. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых – Ташкент: ТашИИТ, 2018., С.270-272.

7. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М. Применение интерфейса Ethernet (TCP/IP) в системах передачи данных о состоянии устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Сборник докладов. Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий» Часть3.– Ташкент. 2016. С.106-108.

8. Юлдашев Ш.М., Рахимбеков С.М., Автоматизированная система удаленного мониторинга технического состояния электрическое оборудование пассажирских вагонов: Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых – Ташкент: ТашИИТ, 2019., С.290-293.

9. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М., Нуриддинов К.К. Программное обеспечение микропроцессорного приемника кодов рельсовых цепей кодовой автоблокировки, ЭЦ и АЛСН. Агентство по интеллектуальной собственности республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы электронно-вычислительных машин DGU 04146 от 19.09.2016 г.

10. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М., Нуриддинов К.К., Пулатов Н.М. Автоматизированное рабочее место электромеханика СЦБ (АРМ ШН) для станции «Урта-Аул». Агентство по интеллектуальной собственности республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы электронно-вычислительных машин DGU 04144 от 05.09.2016 г.

11. Юлдашев Ш.М., Рахимбеков С.М. Программное обеспечение для удаленной передачи технологической информации о состоянии электрооборудования пассажирских вагонов. Агентство по интеллектуальной собственности республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы электронно-вычислительных машин DGU 09267 от 09.09.2020 г.

12. Садиков А.Н., Юлдашев Ш.М. Программное обеспечение импульсного приемника рельсовых цепей систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Агентство по интеллектуальной собственности республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы электронно-вычислительных машин DGU 08845 от 27.07.2020 г.

Автореферат «ТДТрУ ахборотномаси» илмий-амалий журнали  
тахририятида тахрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди  
(08.09.2021 йил).

---

Қоғоз бичми 84x60-1/16 Ризограф босма усули Times гарнитураси  
Шартли босма табағи: 3,75 б.т. Адади: 60 нусха. Буюртма № 22-06/2021  
Нашрга рухсат этилди: 15.06.2021 й.

Тошкент давлат транспорт университети босмахонасида чоп этилган.  
Босма хона манзили: 100167, Тошкент шаҳар, Темирийўлчилар кўчаси, 1 уй.



