

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

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

САИТОВ АЗИЗ АЗИМОВИЧ

ТЕМИР ЙЎЛ АВТОМАТИКА ВА ТЕЛЕМЕХАНИКА
ТИЗИМЛАРИДАГИ ЙЎЛ УЧАСТКАЛАРИ НАЗОРАТ
ҚУРИЛМАЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ншлатиш

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**

Сантов Азиз Азимович

Темир йўл автоматика ва телемеханика тизимларидаги йўл
участкалари назорат қурилмаларини такомиллаштириш..... 5

Сантов Азиз Азимович

Совершенствование устройств контроля участков пути систем
железнодорожной автоматики и телемеханики..... 21

Saitov Aziz Azimovich

Improvement of control devices road sections of railway systems
automation and telemechanics..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 42

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

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

САИТОВ АЗИЗ АЗИМОВИЧ

**ТЕМИР ЙЎЛ АВТОМАТИКА ВА ТЕЛЕМЕХАНИКА
ТИЗИМЛАРИДАГИ ЙЎЛ УЧАСТКАЛАРИ НАЗОРАТ
ҚУРИЛМАЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.08.03 – Темир йўл транспортини нishлатиш

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

Тошкент – 2021

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси қошидаги Олий аттестация комиссиясида №В 2021.1.PhD/Т2136 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tstu.uz) ва "ZiyoNet" Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Курбанов Жанибек Файзуллаевич
техника фанлари доктори, доцент

Расмий оппонентлар:

Ибрагимов Назрилла Набиевич
техника фанлари доктори, профессор

Ўроқов Олимжон Хикматуллаевич
фалсафа доктори (PhD)

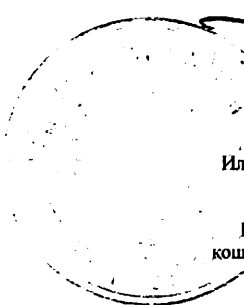
Етакчи ташкилот:

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги
Тошкент ахборот технологиялари
университети

Диссертация химояси Тошкент давлат транспорт университети хузуридаги PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил "18" хў соат 12⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди. Манзил: 100167, Тошкент, Темирйўлчилар кўчаси, 1 уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz

Диссертацияси билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (046 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Темирйўлчилар кўчаси, 1 уй. Тел: (99871) 299-05-66

Диссертация автореферати 2021 йил "04" хў кунни тарқатилди.
(2021 йил "04" хў даги 034 рақамли реестр баённомаси).


А.Э. Алилходжаев
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси, т.ф.н., профессор
Я.О. Рузметов
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.н., доцент
М.Х. Расулов
Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш
қошидаги Илмий семинар раиси Уринбосари,
т.ф.н., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD)диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда темир йўл транспортда ҳаракат таркиби хавфсизлигини таъминловчи автоматика ва телемеханика тизимларини, участкаларни назорат ва бошқарув қурилмаларини рақамли микропроцессорли технологиялар ва усуллар асосида такомиллаштириш каби масалалар етакчи ўринлардан бири ҳисобланади. Россия темир йўлларида поездлар таркибининг гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш усулида бошқариш ва назорат қилиш тизими ҳаракат хавфсизлиги ишончилигини 12% га ошириш имконини берган. Шу сабабли, ҳаракат хавфсизлигини таъминлаш жараёнида автоматика ва телемеханика тизимларининг асосий бўғинларини ташкил этувчи ҳамда темир йўл участкаларини ҳолатини назорат қилишда қўлланиладиган поезд таркибининг гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш қурилмаларини рақамли қурилмалар асосида такомиллаштириш, назорат даврида қурилмаларнинг рад этишларини бартараф этувчи тизимларни яратиш талаб этилмоқда. Дунёнинг АҚШ, Германия, Испания, Жанубий Корея ва Хитой каби бошқа давлатларида ўта юқори тезликда ҳаракланувчи поезд таркибларини рақамли микропроцессорли, тизимдаги блокларни ўз-ўзини таҳлиллаш, жараёнларни дастурий таъминотлар асосида архивлаш, бошқариш ва назорат қилиш технологияларини ишлаб чиқишга муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда темир йўл транспорти автоматика ва телемеханика тизимларидаги сигнализация, марказлаштириш ва блокировка қурилмалари ва блокларини рақамли технологияларни қўллаб такомиллаштириш, ўқларни санаш усулини янги авлод микропроцессорли қурилмаларни ишлаб чиқишга қаратилган илмий-амалий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда темир йўл участкаларини гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш усулида назорат қилиш ва бошқариш учун тизимдаги электромагнит мувофиқликни янги математик моделларини ишлаб чиқиш, занжирдаги ташқи халақитларни сўндириш схемаси такомиллаштириш, юқори сезувчан йўл датчигини яратиш ҳамда уни автоблокировка ва ярим автоблокировка участкаларда поездлар ҳаракат таркибини микроконтроллерли элементлар базасида ягона микропроцессорли тизимда бошқариш, рельс занжирлар тизимини замонавий модулли блоклар билан боғлаш ва тизимни масофадан бошқаришнинг дастурий таъминотини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда транспорт инфратузилмасини замонавий микропроцессорли ва рақамли технологиялар билан ривожлантириш, шу жумладан темир йўлда юқори тезликда ҳаракатланувчи поездлар бошқарув тармоқларини замонавийлаштириш, мавжуд релели блокларни энергия ва ресурс тежамкор замонавий микроконтроллерли элементларга алмаштиришда кенг қўламдаги чора-тадбирлар қўлланган ҳолда, юксак ижобий ютуқларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан "...миллий иқтисодийнинг рақобатбардошлигини ошириш,

...транспорт-коммуникация ва социал-инфратузилмавий лойихаларни ечишга йўналтирилган фаол инвестицион сиёсат, ...ишлаб чиқаришни техник ва технологик янгилаш, ...ишлаб чиқаришга энергия тежовчи технологияларни кенг татбиқ этиш”¹ вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни бажаришда, шу жумладан темир йўл участкалари бўш-бандлигини назорат қилиш ва сигнализация, марказлаштириш, блокировка тизимларини рақамли модуллар ва дастурий таъминотли микропроцессорли интерфейслар асосида такомиллаштириш поездлар ҳаракат хавфсизлигини оширишда 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-сон “2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодий тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида”ги Қарори, 2019 йил 24 августдаги ПҚ-4426-сон “Давлат ва хўжалик бошқаруви ҳамда маҳаллий ижроия ҳокимияти органларининг ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ва саноат тармоқларида кооперация алоқаларини жадаллаштиришнинг янги тизимини жорий этиш бўйича масъулиятини янада ошириш тўғрисида”ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти мўайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурс-тежамкорлик” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Поездлар йўл участкаларидаги ҳаракатни назорат қилишда автоматика ва телемеханика тизимларини замонавийлаштириш, ҳаракат таркиби хавфсизлиги ишончилигини таъминлаш ва яратишга бағишланган кенг камровли илмий тадқиқотлар жаҳондаги илгор илмий марказлар, олий ўқув юртли ва номдор чет эл компанияларида, жумладан Massachusetts Institute of Technology (АҚШ), California Institute of Technology (АҚШ), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (Швейцария), Alstom (Франция), CAF (Испания), Hyundai Rotem Company (Жанубий Корея), Россия транспорт университети (Россия) ва Александр I Императорининг Петербург давлат темир йўл университети (Россия).

Темир йўл транспортда йўл участкаларини назорат қилишда сигнализация, марказлаштириш ва блокировка тизимларидаги назорат ва бошқарув қурilmаларини ҳамда уларнинг дастурий таъминотларини барқарорлигини таъминлаш бўйича А.Г. Кириленко, Б.С. Сергеев, В.В. Ляной, М.А. Кривда, В.А. Шевцов, А.А. Красовский, В.И. Антипов, И.Г.

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

Тильк, С.А. ЩигOLEB. A.Boehmo. G.Teeg. E.Andres. T.Brendt. J.Frauscher. C.Pucher. G.Grundnig каби хорижий олимлар ўз хиссаларини қўшишган ҳамда мамлакатимизнинг маҳаллий олимларидан А.А. Халиков. Н.М. Арипов, А.Р.Азизов, С.Ф.Амиров, Д.Х. Баратов, М.М. Алиев. Ж.Ф. Курбанов, С.Т. Болтаев, Р.М. Алиев ва бошқа олимлар ҳам ўз илмий-тадқиқот ишларида кўриб чиқишган.

Юкоридаги номи келтирилган олимларнинг илмий-амалий тадқиқот ишларида замонавий рақамли микропроцессорли технологиялар тўлиқ равишда фойдаланилмаган. хусусан темир йўл блок-участкалари бўш-бандлигини назорат ва бошқарув қурилмасини ишлаб чиқиш усули асосида микроконтроллерли элементларни маҳаллийлаштириш ва инновацион рақамли тизимларни ишлаб чиқиш етарлича ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг №120 “Рельсларни магнитланишидан тозалаш қурилмасини ишлаб чиқиш ва уни вагон платформасига ўрнатиш” (2018-2019), №139 “Харабек темир йўл станцияси учун МПМ тизими учун ДСП АИЎ ва ШН АИЎ учун дастурий таъминот ишлаб чиқиш” (2020), мавзусидаги илмий тадқиқот ишлари амалга оширилган.

Тадқиқотнинг мақсади темир йўл автоматика ва телемеханика тизимларидаги йўл участкаларнинг назорат қурилмаларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

темир йўл участкаларини назорат қилиш учун ҳаракат таркибини гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш бошқарув қурилмасини ишлаб чиқиш;

ҳаракат таркиби гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш қурилмаси учун темир йўл участкаларини назорат қилишда датчиклар усулини такомиллаштириш;

темир йўл станция, перегон ва автомобил йўл кесишмалари учун гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш алгоритмларини такомиллаштириш;

темир йўл участкалари назорат қурилмасини рельс занжирини йўл релесига боғлаш усулини яратиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида темир йўл участкаси автоматика ва телемеханика тизимларининг назорат қурилмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети станция, перегон ва автомобил йўл кесишмаларидаги участкаларини назорат қилиш қурилмалари ҳолатини автоматик назорат қилувчи микропроцессорли техник воситаларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида тизимли таҳлил, тарқок параметрли электромагнит майдон назарияси ва математик моделлаштириш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

темир йўл транспортида ҳаракат хавфсизлигини таъминлашда сигнализация, марказлаштириш ва блокировка техник йўроқнома талабларига боғлиқ ҳолда темир йўл участкаларини датчиклари орқали назорат қилиш усули такомиллаштирилган;

ҳаракат таркиби ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш тизимининг юқори магнит сезувчан икки чўлғамли индуктив йўл датчиги ва унинг энергия тежамкор импульсли ўзгартиргич қурилмаси ишлаб чиқилган;

ҳаракат таркиби ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш усули асосида темир йўл участкаларида ўз-ўзини ташхислаш тизимларини қўллаш учун дастурий таъминотли микропроцессорли қурилмаси такомиллаштирилган; сигнализация, марказлаштириш ва блокировка тизимларини узликсизлигини таъминлаш асосида темир йўл участкаларида ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш ва рельс занжирлари тизимларини назорат қилиш учун ягона бошқарув қурилмаси яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

темир йўл участкаларида поездлар таркиби ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш усулида, уларнинг назорати ва бошқарув тизими қурилмалари электр схемалари такомиллаштирилган;

поездлар ҳаракатини ташкил этишда ўқларни санаш қурилмаси датчик параметрларини таҳлил этиш дастури яратилган;

рельс занжирлари тизими билан ишлаб чиқилган микропроцессорли ўқларни санаш, назорат қилиш ва бошқариш қурилмасини боғланганлиги асосланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш усули ва электромагнит майдон назарияси илмий ишланмалари ва тажриба натижаларининг ўзаро мослиги, ҳамда мувофиқлигига асосланиб, темир йўл транспорти автоматика ва телемеханика тизимларида йўл участкалари назорат қилиш учун назарий асосланган концепциялар қўлланиши билан изоҳланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқотнинг илмий натижаларига асосланиб, микропроцессорли дастурий таъминотли ғилдирак жуфтлигини санаш, ҳамда темир йўл участкаларини назорат қилиш ва бошқарув қурилмасини жорий этишдан олинган натижалар асосида темир йўл ҳаракат хавфсизлигини оширишга, автоматика ва телемеханика тизимлари қурилмаларини ишлаш барқарорлиги ва ишончлилиги, поездлар қатновида уларнинг вақт оралиғини камайтириш ва график режаларини оптималлаштириш, станцияларга қабул қилинган ва жўнаб кетган ҳаракат таркибидаги вагонлар сонини аниқлаш, вақт ораликларида блок-постли перегонларда поездлар кетма-кетлигини ташкил этиш орқали яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий натижаларига кўра замонавий микропроцессорли йўл участкаларини назорат қурилмасини яратиш, ишлаб чиқилган қурилмани станцияда ва перегонда кенг камровли ишлатилиши, ҳамда улардаги блокларни рад этишларсиз ишлашини амалга оширишда темир йўл

участкалари учун микропроцессорли бошқарув қурилмалари ва уларнинг алгоритмлари яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Темир йўл автоматика ва телемеханика тизимларидаги йўл участкалари назорат қурилмаларини такомиллаштириш бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари асосида:

Йўл участкаларини назорат қилиш қурилмаси “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Сергели” станциясига жорий этилган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖнинг 2021 йил 3 майдаги №01/1587-21 – сон маълумотномаси). Олиб борилган тадқиқотларга асосан ҳаракат таркиби гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш қурилмаси учун темир йўл участкаларини назорат қилиш алгоритмини такомиллаштириш орқали участкалардаги ётқизилган кабеллар узунлиги 50% га камайтириш имкони яратилган;

станцияларда йўл участкаси назорат қурилмасини индуктивли ва оптик датчикларнинг бир-бири билан уланиш ва мослаштирувчи электр схемалари “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Сергели” станциясига, темир йўл участкаларини ҳолатини назорат қилиш қурилмасини такомиллаштириш учун жорий этилган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖнинг 2021 йил 3 майдаги №01/1587-21 – сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида поездлар ҳаракати оралик вақт интервалларини камайтириш, темир йўл участкалардаги поезд оқимини ўтказувчанлиги 1,2 баравар оширишга эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотнинг назарий ва амалий натижалари 4 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Тадқиқот мавзуси бўйича жами 16 та илмий мақолалар, шу жумладан Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган журналларда 7 та мақола, жумладан чет эл журналларида 2 та мақола, бундан ташқари халқаро ва Республика конференцияларининг тўпламларида 6 та, шундан Scopus базасида 2 та мақола, ҳамда Ўзбекистон Республикаси Адлия вазирлиги ҳузуридаги Интеллектуал мулк агентлигидан 3 та ЭХМ дастурлари учун гувоҳномалар олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

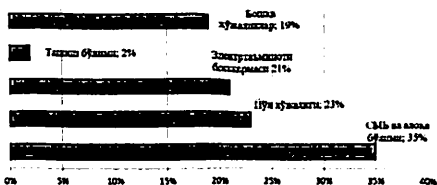
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

килинган, олинган натижаларни амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “Темир йўл участкалари назорат қурилмаларини замонавий ҳолати” деб номланган биринчи бобида темир йўлдаги автоматика ва телемеханикада рельс занжирлари тизимини замонавий ҳолати, йўлларни индуктив датчиклар асосида назорат қилиш ва бошқариш усулларини ривожланиши таҳлил қилинган. Таҳлил асосида темир йўл транспорти автоматика ва телемеханика тизимлари қурилмалари барчаси низом ва йўриқномалар асосида ҳаракат ҳавфсизлиги қоидаларига қатъий жавоб бериши лозим. Шу жиҳатдан, мавжуд аналогли ва релели турдаги тизимларни ҳамда қурилмаларни бугунги кундаги замонавий микропроцессорли рақамли технологияларга алмаштиришни талаб этади. “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ темир йўл транспорти линияларида стрелка ва сигналларни бошқариш учун электр марказлаштирилган тизимлардан микропроцессорли марказлаштирилган тизимга ўтиш, шу жумладан рельс занжири тизимларини индуктив йўл датчикли бошқарув ва назорат қурилмаларига ўзгартириш поездлар окимини оширишга қатта ёрдам беради. Рақамли микропроцессорли назорат ва бошқарув қурилмалари автоматика ва телемеханика тизимлари қурилмаларини узликсизлигини, барқарорлигини, хизмат кўрасатиш вақтларини камайишига ва электр энергия сарфини камайишига имкон яратади.

Диссертация иши бўйича олиб борилган тадқиқотлар шуни англатадики, намунавий рельс занжирлари тизими ва йўл датчикли бошқарув ва назорат қурилмалари қатта тезликларда ҳаракатланадиган поездларни назорати ва бошқарувини тўлиқ таъминлаб бермайди, шу жумладан 1-расмда темир йўл участкаларида охириги 5 йилда бошқа хизмат кўрсатиш хўжаликлари ва сигнализация ва алоқа хўжалигини таҳлилий натижалари, станциялар ва перегонларда автоматика ва телемеханика қурилмаларини рад этишлар сони ошганини кўриш мумкин.

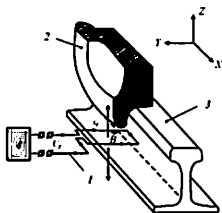


1-расм. 2015-2020 й.й. темир йўл транспортига хизмат кўрсатувчи хўжаликларидаги носозликлар фонзи

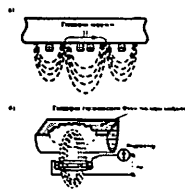
Темир йўл участкаларида йўлларни бўш-бандлиги аниқлаш тизимларини электромагнит майдон мослашувчанлиги коникарсиз химояга эга бўлиб, ушбу тизимларни ҳалақитбардошлилигини ошириш усулларини чора тадбирларини ишлаб чиқиш зарур. Рельс занжири тизимини тортки токи, рельслар туташмаларини ногўғри пайвандланиши, рельсдаги коррозиялар,

гилдирак ўқларни санаш тизимидаги датчикларни паст сезувчанлиги поездлар ҳаракат хавфсизлигига ва уларнинг вақт интервалларини ўзгаришига олиб келади.

Тадқиқот ишида гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш тизими иккита усулда тадқиқ этилган: хақиқий тажрибалар натижаларига кўра ва ушбу тизимларнинг математик моделларга асосланиб гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш учун индуктив датчикни сезгирлигини аниқлаш усуллари. Иккинчи усул индуктив датчикларнинг сезувчан элементини гилдирак жуфтлиги ва рельсга нисбатан тузилмавий жойлашини аниқ параметрларини математик моделда аниқлаш имконини беради. 2-расмда индуктив галтагини гилдирак гардишининг ўтиш қисмида бир хил горизонтал текисликда жойлашган индуктор I билан датчикнинг сезгир элементи тасвирланган, магнит майдонни гилдирак жуфтлигининг индуктив датчигининг (ҒЖИД) индуктив галтакларидан тақсимланишининг шартли схемаси ва унинг гилдирак гардиши билан ўзаро таъсири 3-расмда келтирилган.



2-расм. ҒЖИД сезгир элементининг гилдирак ва рельсга нисбатан тузилмавий жойлашши



3-расм. ҒЖИД индуктив галтакларнинг гилдирак гардиши билан ўзаро таъсири:
а) ўзаро индукция бўйича бир-бирига таъсири; б) Фуко тоқларининг пайдо бўлиши

Магнитоэлектрли тизим “индуктор ҒЖИД-гилдирак-рельс”. sanoat автоматикасида кўриб чиқилган тизимлардан фаркли, уч ўлчовли тизим бўлиб, тузулмавий жиҳатдан катъий аниқланмаган, кўп параметрли. ўзгарувчанлик даражаси юқорилигини ўзида намоён этади. Ушбу тизимдаги саналган гилдирак гардиши индуктив датчик сезгир элементи юзасидан маълум бир бўйлама йўналишида X ўқи бўйлаб ўтади, унда ён томонга оғиш Y ўқи ва гилдирак жуфтлиги ўтиш йўналишига нисбатан вертикал оғиш Z ўқи етарли даражадаги кенг чегарада ўзгариши мумкин.

Ушбу схемадаги асосий элементлар индуктив галтаклар томонидан ҳосил қилинган электромагнит майдон, унинг датчик устида гилдирак жуфтлиги бўлмаганда рельс билан ўзаро таъсири ва датчикдан гилдирак жуфтлиги ўтиши пайтида гилдирак жуфтлиги ва рельс билан ўзаро таъсири ҳисобланади. Бундай тизимнинг ишлашини математик моделлаштириш жиддий қийинчиликларни келтириб чиқаради, чунки ҒЖИДни моделлаштириш ва ҳисоблашда нафақат электр занжири элементларининг параметрларини, балки ўтган гилдирак жуфтлигининг ўлчамини,

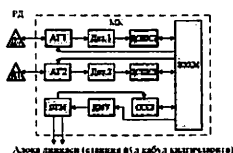
индукторнинг геометрик ўлчамлари, геометрик параметрлари ва унинг ғилдирак жуфтлиги билан ўзаро таъсирини ҳам ҳисобга олиш лозим. Амалда бундай тизимни тахлилий шаклда, битта умумлаштирилган математик модел шаклида ҳисоблаш имкони мавжуд эмас. Бундан ташқари, 2-расмда келтирилган чиқиш сигналининг ғилдирак жуфтликлари параметрларига, индуктор параметрларига, ғилдирак жуфтлиги гардишининг ўзаро жойлашув тартибининг X, Y, Z ўқларидаги параметрлари ва ҒЖИД индуктори индуктив ғалтакларига функционал боғликлигини тавсифлаш ва тақдим этиш кийин. Бирок, юқорида айтилган, айнан шу боғлиқликлар ғилдирак жуфтлиги ва рельснинг едирилиб кетиши билан ҳақиқий иш шароитида ҒЖИД ишлашининг ишончлилигини аниқлаб беради.

Юқоридаги жараёнлардан келиб чиққан ҳолда, ўхшаш мантикий элементлар (ва-ёки) электр қурилмаларини электромагнит майдонини 3 кўринишли дастурларда моделлаштириш усули ва унинг ғилдирак гардиши билан ўзаро таъсирини аниқлаш мақсадга мувофиқдир.

“Темир йўл транспортда ўқларни санаш қурилмалари ва электромагнит индукцияли датчикларни тадқиқ этиш” деб номланган иккинчи бобида ўқларни санаш электрон тизими (ЎСЭТ) рельс датчиклари (РД) ва майдон кучайтиргичларидан (МК) ташкил топган. Ҳисоблаш пунктидаги ЎСЭТнинг функционал схемасини (4-расм) да тадқиқ қилинган.

Ҳисоблаш пункти куйидаги жиҳозлар ва дастурий таъминот ускуналар блокларини ўз ичига олади: РД-ДГВ-02 турдаги рельс датчиги; АГ1, АГ2 - автогенераторлар; Дет.1, Дет.2 - детекторлар; ДСШС1, ДСШС2 - дискрет сигналларни шаклланиш схемаси, йўл датчиклари устида ғилдирак ўтишини кайд этувчи далил; БЭХМ - бир кристалли микроЭХМ; ССШ - синхрон сигналларни шакллантирувчи схема; ЭТМ - иккиламчи электр таъминот манбаи; ДМУ - дискрет маълумотларни узатиш қурилмаси ишлаб чиқилган. Ушбу яратилган МК рельсга нисбатан рельс датчикларини тўғри ўрнатилиши, индуктив сезгир элементларнинг яхши ҳолати ва автогенераторларнинг узлуксиз назоратини олиб боради. Бундан ташқари, у кабел алоқа линиясининг носозлиқларини аниқлайди, микроЭХМ тугунларини синовдан ўтказади ва тезкор хотира ва доимий хотира катакчаларидаги маълумотларнинг тўғрилигини текширади.

Ушбу модел хизмат кўрсатиш усуллари асосида қурилган ва станциялар учун хизмат қилувчи қурилма сифатида намоиш этилиши мумкин (5-расм).



4-расм. ЎСЭТ тизимининг ҳисоблаш пунктидаги тузилмавий схемаси



5-расм. Хизмат кўрсатувчи қурилма модели

Курилманинг кириш қисмига хизмат кўрсатиш учун иккита мустақил сўровлар оқими келади: P_1 силжишнинг кириш оқими, тасодифий хизмат кўрсатиш сўровлари оқими сифатида, унга тегишли станция учун поезд ва манёвр маршрутларини амалга ошириш учун сўровларни ўз ичига олади, биринчи синф P_2 сўровларига тегишли ва иккинчи синф сўровларига тегишли темир йўл автоматика ва телемеханика (ТЙАТ) курилмалари носозликларини тасодифий оқимлари.

Хизмат қилувчи курилманинг чиқиш оқими P_3 амалга оширилган маршрут ҳаракатларига мос келувчи чиқиш оқими. Бунда λ_2 ТЙАТ курилмаларининг рад этиш интенсивлиги тезлигига қараб улар орасидаги нисбат ҳаракатларининг кириш оқимининг интенсивлиги λ_1 ва чиқишдаги транспорт оқимининг интенсивлиги λ_3 . Агар носозликлар юзага келадиган бўлса, ушбу оқим параметрлари ўзгаради. Майдон курилмалари ва пост курилмаларининг бирорта элементининг ишдан чиқишига қараб, маршрутларнинг бажарилиши секинлашади, бу эса станция ўтказувчанлик қобилиятининг пасайишига олиб келиши мумкин. Бунинг натижасида поездларнинг кечикишлари юзага келади, кириш оқими P_1 киймати зичлашади ва интенсивлашади, ҳамда киришдаги силжиш оқими λ_3 интенсивлиги камаяди. P_1, P_2, P_3 оқимларнинг хусусиятлари станциянинг топологик ривожланишига ва носоз бўлган элементнинг функционал аҳамиятига боғлиқ. Шунинг учун таҳлил қилаётганда транспорт оқимлари параметрларидаги носоз элементларни ишлатиш аҳамиятини ҳам ҳисобга олиш керак бўлади.

Таклиф этилаётган моделни мутлақо устувор ва қўшимча оммавий хизмат кўрсатувчи тизимнинг модели сифатида кўриб чиқилган. Агар иккинчи даражали сўровлар келиб тушган бўлса, яъни ТЙАТ курилмалари носоз бўлса, солиштирама юклама бирлиги ρ_2 иккинчи даражали сўровлар оқими қайта ишланади, ушбу вақт орлигида биринчи даражали хизмат сўровлари тўхтатилади ёки камайтирилган интенсивлик билан бажарилади.

Бундай ҳолатда, ρ - синф талабига биноан ўртача вақт қуйидагича аниқланади:

$$T_p = \bar{x}_p + \frac{\sum_{i=p}^P \lambda_i \bar{x}_i^2}{1 - \sigma_p} + \sum_{i=p+1}^P \rho_i T_p = \frac{\bar{x}_p (1 - \sigma_p) + \sum_{i=p}^P \lambda_i \bar{x}_i^2}{(1 - \sigma_p)(1 - \sigma_{p+1})}, \quad (1)$$

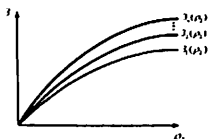
бу ерда $\sigma_p = \sum_{i=p}^P \rho_i$; $\rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i} P$ - синфлар сони; ρ - жорий сўровлар синфи ($\rho = 1, 2, \dots, P$); λ_i - i синфидаги кириш оқими сўровларининг интенсивлиги; μ_i - i синфидаги хизмат кўрсатувчи усқуналар оқими сўровларини қайта ишлаш интенсивлиги; \bar{x}_i - i синфидаги хизмат кўрсатиш сўровининг ўртача вақти; \bar{x}_i^2 - i синфидаги хизмат кўрсатиш сўровининг иккинчи бошланғич пайтидаги давомийлиги; ρ_i - i синфидаги сўровларига хизмат кўрсатувчи усқунанинг солиштирама юкламаси.

Ушбу синфнинг ўртача сўровлар сони қуйидагича аниқланади:

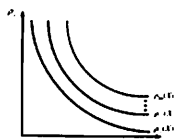
$$\bar{N}_p = \lambda_p T_p. \quad (2)$$

Олинган моделнинг, бошқа усуллардан фарқи шундаки, темир йўл участкасини ишлатиш ва техник хусусиятлари, поездлар ҳаракатининг интенсивлигини, рад этиш ва ТҲАТ воситаларининг қайта тикланиш тезлигини ҳисобга олган ҳолда ТҲАТ тизимининг самарадорлигини баҳолаш имконини беради.

ТҲАТ тизимлари ва қурилмаларининг ишончилигини ошириш бўйича чора тадбирларнинг иқтисодий самараси зарари ва ҳаражат кўрсаткичлари нисбати билан белгиланади (6 ва 7-расмлар).



6-расм. Зарари ρ_2 солиштирма юкламага боғлиқлиги



7-расм ρ_2 солиштирма юкламанинг ҳаражатларга боғлиқлиги

ТҲАТ тизимлари қайта тикланадиган тизим бўлганлиги учун, ишончилик даражасининг ўзгаришини иккинчи даражали сўровларга хизмат кўрсатиш учун қурилмаларнинг солиштирма юкласидан фойдаланган ҳолда баҳоланади ва қуйидагича аниқланади:

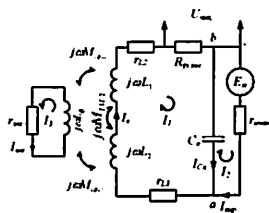
$$\rho_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2}. \quad (3)$$

Тадқиқот мобайнида ТҲАТ қурилмалари ва тизимларининг ишончилигини бошқариш модели ишлаб чиқилган. Ушбу модел нафақат носозликлар сонининг меъёрлаштирилган қийматини олишга, балки ишончилик даражасининг берилган техник ва ишлатиш талабларига мос келмаслик сабабларини аниқлашга, шунингдек тадбирларни режалаштиришга имкон беради ва иқтисодий нуқтаи назаридан айрим даражадаги ТҲАТ қурилмалари ва тизимлари талаб қилинадиган ишончилик даражасини таъминлайди. Натижада ушбу модел белгиланган иш шароитида ТҲАТ қурилмалари ва тизимларини ишончилигини ошириш имконини беради.

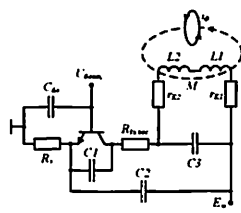
Учинчи боб “Темир йўл участкаларидаги назорат қурилмаларининг математик моделлари” деб номланиб, унда индуктивли элементи асосида назорат қурилмаларини математик модели, йўл индуктив датчигини ғилдирак жуфтлиги билан ўзаро таъсири ҳамда индуктор ғалтақларни уйғотишни соддалаштирилган эквивалент схемалари, резонансли контурни умумий миқдори, оптик ва лазерли технологилар асосида ва индуктивлик ғалтақларнинг параметрларини ҳисоблаш усулининг математик моделлари яратилган.

Ҳаракат таркибини ғилдирак гардиши индуктив датчик устидан ҳаракат қилганда, электромагнит майдон кучланганлиги таъсири эвазига магнит кучланиш линиялари учун қаршилик камаяди, натижада бир вақтда ғилдирак жуфтлиги гардиши юзасида Фуко тоқлари пайдо бўлади. Ғилдирак

жуфтиликни индуктив датчиги сезгирлиги эвазига уларни сонини санаш учун сигнал пайдо бўлади. Индуктивликнинг ўзгариши кайд этилган сигналнинг реактив ташкил этувчиларининг ўзгариши ҳисобига юз беради ва Фуко токлари кайд этилган сигналнинг актив ташкил этувчиларини ўзгаришига олиб келади. Ушбу жараёнларни бир-бирига боғлиқлиги 8 ва 9-расмлардан кўрсатилган.



8-расм. ГЖИД ғалтаклари ва ғилдирак гардишини ўзаро таъсирнинг ўрин алмашиш эквивалент схемаси



9-расм. Индуктор ғалтакларини уйғотишнинг соддалаштирилган эквивалент схемаси

8-расмда ғилдирак гардишини индуктив датчиги ғалтаклари билан ўзаро ўрин алмашиш таъсирининг эквивалент схемаси келтирилган. Индуктор ғалтакларини уйғотиши учун ўзгарувчан ток генератори ($E_{\text{н}}$) сифатида яқинлашиш тўғрисида хабар берувчи датчиклардан кенг қўлланиладиган Колпиц схемасидан фойдаланилган (9-расмда соддалаштирилган шакли кўрсатилган).

Бу ерда L_1 ва L_2 ГЖИД индукторининг бирламчи ва иккиламчи ғалтакларининг индуктивликлари; $M_{1,1L_2}$ - бу ғалтаклар орасидаги ўзаро индуктивликлари; $r_{1,1}$ ва $r_{2,2}$ - L_1 ва L_2 ғалтакларининг актив қаршилиги; $L_{\text{ф}}$ - ғилдирак жуфтлиги гардишида пайдо бўладиган Фуко тоқларининг эквивалент индуктивлиги; $M_{1,\text{ф}1,1}$ ва $M_{1,\text{ф}1,2}$ - $L_{\text{ф}}$ ғалтакларининг ўз навбатида L_1 ва L_2 ғалтаклари билан ўзаро индуктивлиги; $r_{\text{юк}}$ - Фуко тоқлари учун эквивалент юклама қаршилиги; $I_{\text{юк}}$ - Фуко тоқларининг умумлаштирилган эквивалент юклама тоқи; $I_{\text{сал}}$ - ГЖИД ғалтакларининг уйғотувчи тоқи; ω - уйғониш тоқининг бурчак частотаси; $R_{\text{уз,хос}}$ - ғилдирак жуфтлиги гардишидан ўтаётганда фойдали сигнал $U_{\text{чл}}$ хосил бўладиган актив қаршилиқ; $E_{\text{н}}$ - ички қаршилиқ $r_{\text{ички}}$ бўлган кучланиш манбайи; $I_{\text{кур}}$ - уйғотиш тоқи; C_k - индуктив ғалтаклари уланган резонанс контуридаги эквивалент қувват; $I_{\text{сн}}$ - конденсатор орқали оқадиган ток; I_1 , I_2 ва I_3 - мос келувчи контурлардаги тоқлар.

9-расмда C_3 сизими транзисторни индуктивлик ғалтаклари ўрами чиқишларида пайдо бўлиши мумкин бўлган ташқи электромагнит ҳалақитлар, масалан, чақмоқ разрядлари тушиши ёки локомотивларнинг тортки занжирларида коммутация ҳалақитлари таъсирида юзага келиши мумкин бўлган ортқча кучланишлардан химоялаш учун ишлатилади. $U_{\text{бошқ}}$ кучланишини сошлаш орқали ушбу схемада датчикнинг керакли сезгирлигини таъминлаш учун $I_{\text{кур}}$ ва шунга мос равишда резонанс контурида

I_k тоқларининг керакли кийматларини ўрнатиш мумкин. Ушбу схемадаги чиқиш сигналининг частотаси куйидагича ифодалаш мумкин:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC_k(1+K_{\text{ғз.инд}})}} \quad (4)$$

бу ерда L - ғалтаклар индуктивлиги: $L = L_1 = L_2$; C_k - резонансли контурнинг сигимини умумий миқдори ифодаланган (8 ва 9-расмлар): $C_k = C_3 + \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$;

$K_{\text{ғз.инд}}$ - ғалтакларнинг ўзаро индуктивлик коэффициентини L_1 ва L_2 .

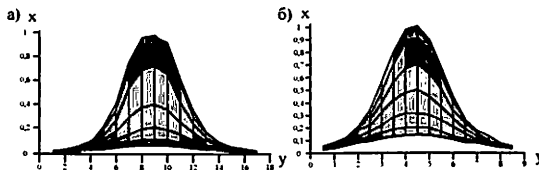
Тадқиқ этилаётган тузилмадаги ҒЖИД ғалтаклари учун ғилдирак жуфтликлари бўлмаганда ўзаро индуктивлик коэффициентини тажриба усулида 0,073 дан 0,084 гача ораликда (4) ифодадан аниқланади.

Бизнинг ҳолатимизда $L_1 = L_2$ ва ғалтаклар мослашувчан магнит оқимиغا уланганлиги сабабли, иккита ғалтак тизимининг умумий индуктивлиги куйидагини ташкил этади яни $L_{\Sigma} = L_1 + L_2 + 2M = 2(L + M_{L1L2})$ тенгдир. Бу ерда $M = M_{L1L2} - L_1$ ва L_2 ғалтакларини ўзаро индуктивлиги. 9-расмдаги чиқиш кучланиши куйидаги ифода билан тавсифланади:

$$U_{\text{чик}} = I_1 R'_{\text{инд}} = \frac{R_{\text{инд}} E_m}{\frac{4\omega^2 M_{\text{ғл}}^2}{r_{\text{юк.}} + j\omega L_{\text{ғл}}} + R_{\text{инд.}} + 2(r_{\text{ғал.}} + j\omega(L+M))} \quad (5)$$

ҒЖИД индукторининг геометрик параметрларига, ғилдирак жуфтлиги параметрларига, электромагнит майдон (ЭММ) кучланишига таҳлилий функционал боғлиқлиги ишлаб чиқилган. ҒЖИД юзасидан ва ғилдирак жуфтлигининг ўтишида X , Y ва Z ўқларининг параметрлари аниқланган.

10-расмда марказдан (симметрия ўқидан) Ø56 мм масофада индуктивлик ғалтакларини юзаси устидаги X ва Y ўқлари йўналиши бўйича максимал даражага нисбатан меъёрлаштирилган ЭММ кучланишидаги ўзгаришлар диаграммаси келтирилган. ҒЖИД юзасидан 6мм (10-расм, а) ва 20 мм (10-расм, б) масофаларда мос равишда ортиши аниқланган.

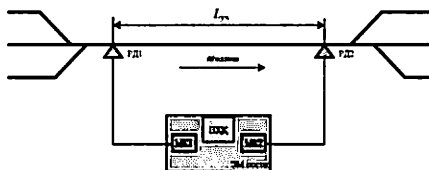


10-расм. Индуктивлик ғалтакларининг ЭММ кучланишининг марказидан (симметрия ўқи) масофа билан ўзгариши: а) ҒЖИД юзасидан 20 мм масофада; б) 6 мм масофада

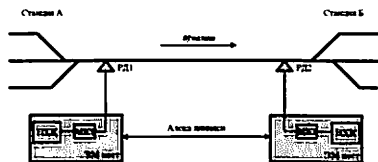
Тўртинчи боб “Замонавий микропроцессорли элементлар асосида рельс занжирларини назорат қурилмаларини усуллари ва алгоритмларини ишлаб чиқиш” деб номланиб, унда автоблокировкали ва ярим автоблокировкали участкалар учун микропроцессорли бошқарув

қурилмалари ва алгоритмларини, темир йўл автомобил йўл кесишмалари учун назорат ва бошқарув қурилмалари элементлари ишлаб чиқилган.

Темир йўл перегонларида поездлар катнови ўтказувчанлик қобилияти ошириш учун индуктив йўл датчкли бошқарув ва назорат қурилмаси ишлаб чиқилган. 11 ва 12-расмларида бир йўлли темир йўл перегони ҳамда блок-постли перегонларни назорат қилиш учун умумлаштирилган тузилмавий схемаси кўрсатилган.



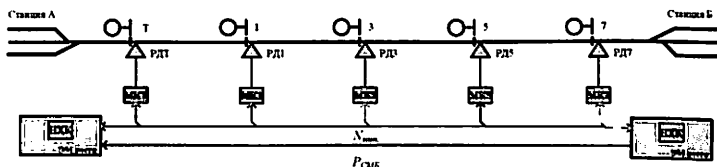
11-расм. Йўл участкаси назоратини умумлаштирилган тузилмавий схемаси



12-расм. Ярим автоматик блокировкасини умумлаштирилган тузилмавий схемаси

11-расмда ярим автоблокировка тизимидаги темир йўл перегонини индуктив йўл датчклари РД1 ва РД2 асосида майдон кучайтиргичи ёрдамида назорат ва ҳисоблаш қурилмаси (НХҚ) орқали ишлашининг такомиллаштирилган усули тасвирланган. Ушбу усулнинг мавжуд тизимлардан фаркли бўлиб, бир вақтнинг ўзида РД1 ва РД2 датчкларидан маълумотни қабул қилиб назорат қурилмасига жўнатади ва поездларнинг ўтиш қобилиятини оширади. 12-расмда ҳаракат хавфсизлигини ошириш мақсадида ярим автоблокировка тизими учун ҳар битта станцияга алоҳида НХҚ қурилма ўрнатилган ва улар электр марказлаштириш тизими билан тўғридан-тўғри ўзаро боғланган.

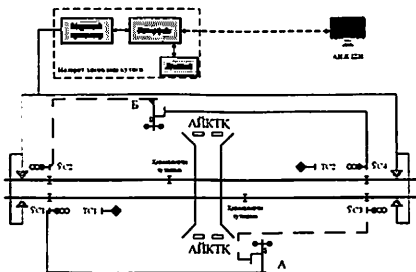
Темир йўл автоблокировка тизимлари учун ҳам назорат ва ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган ва ушбу тузилмавий схема 13-расмда келтирилган. Перегондаги автоблокировка тизимлари учун ишлаб чиқилган усул ёрдамида поездлар ҳаракатини давомиди РД1, РД3, РД5 ва РД7 индуктив йўл датчкларидан олинган маълумотлар бир вақтни ўзида НХҚ қурилмасига келиб тушади, бу эса поездлар ҳаракат оқимини кетма-кет жўнатиш имконини ва поездлар ҳаракат хавфсизлигини оширади.



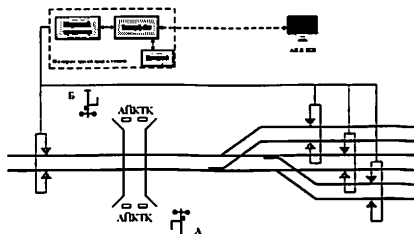
13-расм. Автоблокировка тизими учун ишлаб чиқилган назорат ва ҳисоблаш қурилмасини тузилмавий схемаси (Р_{снб} – сигнализация, марказлаштириш ва блокировка қурилмаларига светофор кўрсаткичининг очилуш учун тегишли руҳсат берувчи кўрсаткич, N_{снб} – импульслар сони)

TOSHKENT A. A. R. OT
TEKNOLOGIYA VA UNIVERSITETI
2/2484
Axborot-Resurs Markazi

Йўл участкалари назорат қурилмасининг (ЙУНК) кўп қирралиги соддалиги ва бир хиллиги, олдин кўриб чиқилган қурилмаларга нисбатан, автоматик автомобил йўл кесишмалари сигнализация (АЙКС) қурилмасини амалга оширишни белгилаб беради.



14-расм. Перегондаги автоматик автомобил йўл кесишмалари сигнализациясининг тузилмавий схемаси



15-расм. Станция чиқишидаги автоматик автомобил йўл кесишмалари сигнализациясининг тузилмавий схемаси

Натижада темир йўл автомобил йўл кесишмаларида поездлар катновий ҳаракат хавфсизлигини ошириш учун индуктив йўл датчикли бошқарув ва назорат қурилмаси ишлаб чиқилган. 14 ва 15-расмларда перегондаги автоматик автомобил йўл кесишмалари сигнализациясининг (АЙКС) тузилмавий схемаси ва станция чиқишидаги автоматик автомобил йўл кесишмалари сигнализациясининг тузилмавий схемалари тасвирланган.

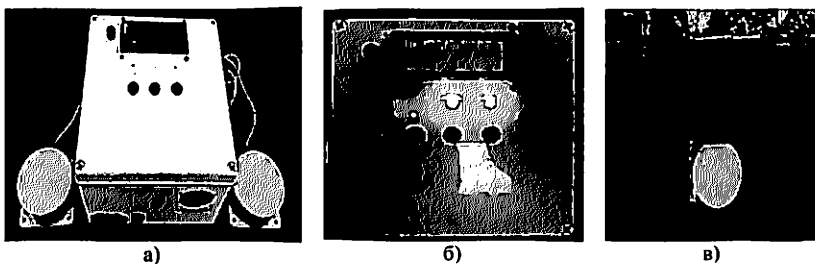
Умумлаштирилган ЙУНК қурилмаларидан фойдаланиш перегонларда ҳам, станцияларда ҳам АЙКСнинг ишлашини бошқарадиган вақт бўйича мос АЙКС хабар беришни яратиш муаммоларини ҳал қилишга имкон беради. АЙКС бошқарув усулларига тамойил жиҳатдан янги ёндашувлардан фойдаланиш поезднинг автомобил йўл кесишмаларига яқинлашиши тўғрисида хабар бериш вақтини камайтиришга ва автомобил транспортининг тўхтаб қолишини камайтиришга имкон беради.

Бошқарув тизимнинг асосий микропроцессор бўлиб, ҳаракатланаётган поезд таркибини йўл датчиклари ёрдами йўлнинг бўш-бандлигига ҳақида маълумотларни марказий микропроцессорга жўнатади. Йўлларни бўш-бандлигини ўқларни санаш йўл датчиклари ёрдами амалга оширилади ва темир йўл ҳаракат хавфсизлигини таъминлаш учун асосий қурилмалардан бири ҳисобланади. Яратилган тизим “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ йўлларида иқлим шароитларини инobatга олган ҳолда, ҳамда юқори тез юрар темир йўл транспорт йўллари учун мўлжалланган.

Ишлаб чиқилган тизим асосан дастурий таъминотга эга микропроцессор ва бир нечта ёрдамчи блоклардан иборат бўлиб, улар бир вақтни ўзида ҳаракат хавфсизлигини таъминлаш билан темир йўл блок участкаларини назорат қилишга хизмат қилади.

Поездларнинг гилдирак жуфтлиги ўқларини санаш қурилмаси учун С++ дастурлаш тилида микропроцессорли бошқариш учун дастурий таъминот яратилган ва интеллектуал мулк агентлигидан тизимни бошқариш дастури таъминоти учун гувоҳномалар олинган. Дастурий таъминот асосида йўл датчикларидан маълумот ўз вақтида келишига, уларни бир-бирига боғлиқлигини таъминлашга, ҳамда олинган маълумотларни рақамли сигналларга айлантириб бир вақтнинг ўзида поезд диспетчери (ДНЦ) ёки станция навбатчиси (ДСП) иш столи дисплейга чиқариш имкониятини беради.

Ишлаб чиқилган қурилма (16-расм) темир йўл автоматика ва телемеханика тизими Сергели-Кучлик станциялари оралиғидаги перегонда синов ишлари олиб борилган. Синов жараёнида Тошкент-Андижон тезюрар поездини ўқлар жуфтлигини санашда пайтида, тизимда ҳеч қандай носозликлар ва силкинишларга, ташки электромагнит майдон таъсири юз бермаган. Қурилмани синаш вақтида поезд Сергели станциясидан перегонга ҳаракатланиши пайтида тортувчи электровоз ва 16 та вагонлардан иборат таркиб, йўл датчиклари устидан соатига 120 км тезликда ҳаракатланиб ўтганида, станциядан перегонга чиқиш пайтида ўқлар жуфтлигини сони қурилма экранида 70 талигини кўрсатган, перегондан Кучлик станцияга кириш вақтида эса, яна 70 та ўқлар жуфтлиги тўғрисида маълумот қурилма экранида намён бўлган, ҳамда банд бўлган перегон дисплейдаги сонлар тенг бўлгандан кейин бўш ҳолатга ўтганлиги тўғрисида маълумот қайта дисплейга узатилган.



16-расм. Йўл участкасини бўш-бандлигини бошқариш ва назорат қурилмаси: а) бошқарув қурилмаси ва унинг индуктив датчиклари; б) бошқарув қурилманинг ишчи ҳолати; в) рельсга ўрнатилган индуктив йўл датчиги

Ишлаб чиқилган тизимни 2 белгили, 3 белгили ва 4 белгили автоблокировкали темир йўлларда ҳам ишлашга мўлжалланган. Перегондаги йўл датчиклари бошқарув қурилмасидан 10 кмгача бўлган узокликда маълумотлар узатилади, ундан узун бўлган масофага ретрансляторли узатгичлар орқали маълумотлар қабул қилинади. Бундан ташқари симсиз радиоканалли технологиялар ёрдамида йўл датчикларидан маълумот олиш мумкин, бу тизимни кабел симларисиз ишлашида иктисодий ҳаражатларни камайтиришга имкон яратади.

ХУЛОСА

Темир йўл автоматика ва телемеханика тизимларида йўл участкаси назорат қурилмаси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Темир йўл сигнализация, марказлаштириш ва блокировка тизимларини ишдан чиқишини олдини олишда участкаларда ҳаракат таркибини ғилдирак жуфтлиги назорат қилиш учун ўқларни санаш бошқарув қурилмаси ишлаб чиқилган.

2. Ҳаракат таркиби ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш қурилмаси учун темир йўл участкаларини назорат қилишда датчиклар усули такомиллаштирилган. Таклиф этилган усул натижасида светофор кўрсакичларини ўз-ўзидан бекилиб қолишини, фазаларнинг алмашинувини ва рад этишлар сонини камайишига олиб келган.

3. Темир йўл станция, перегон ва автомобил йўл кесишмалари учун ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш алгоритмлари такомиллаштирилган. Натижада участкалардаги йўл индуктив датчики билан бошқарув қурилмаси ўртасидаги майдон кучайтиргичи билан бирлаштирилган ҳамда ётқизилган кабеллар узунлиги 50% га камайтирилган.

4. Темир йўл участкалари назорат қурилмасини рельс занжирининг йўл релесига боғлаш усули ишлаб чиқилган, натижада поездлар ҳаракатининг вақт интервали камайтирилган, темир йўл участкалардаги ўтказувчанлик 1,2 бараварга оширилган.

5. Темир йўл участкасини назорат қилиш ва бошқариш учун микропроцессорли бошқарув қурилмани дастурий таъминоти яратилган, натижада ушбу участкада ҳаракатланувчи таркибни онлайн равишда назорат қилишга, йўл индуктив датчикидан бошқарув қурилмасига маълумотларни етиб келиши 2 бараварга оширилган ҳамда поездларни тўсатдан тўхтаб қолмаслиги, автомобил йўл кесишмалари қурилмаларини иш вақти интерваллари қисқартирилган.

6. Ҳаракат таркиби ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш учун дастурий таъминотли микропроцессорли қурилмани темир йўл участкаларига жорий қилиш натижасида электр магнитли релелардан вос кечилган ва постдаги ётқизилган кабеллар сони 2 бараварга қисқартирилган ва хизмат кўрсатилмайдиган замонавий усул яратилган, шунингдек электр энергия сарф ҳаражати ҳажми 1,5 бараварга камайтирилган.

7. Ишлаб чиқилган ғилдирак жуфтлиги ўқларини санаш қурилмаси ва уларнинг назорат йўл датчиклари Сергели станцияга жорий қилинган ва маҳаллийлаштирилган. Натижада қурилмани олинган иқтисодий самарадорлиги йилига 270 млн. сўмни ташкил этган.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

САИТОВ АЗИЗ АЗИМОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ
УЧАСТКОВ ПУТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ
АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2021.1.PhD/T2136.

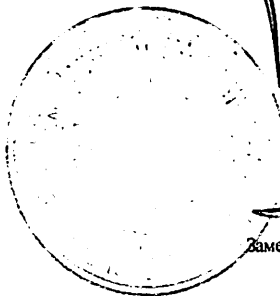
Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tstu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net.uz).

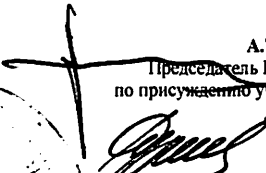
Научный руководитель:	Курбанов Жанибек Файзуллаевич доктор технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	Ибрагимов Назрилла Набиевич доктор технических наук, профессор Уроков Олимжон Хикматович доктор философии (PhD)
Ведущая организация:	Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезмий


Защита диссертации состоится «18» УЧ 2021 г. в 12⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 при Ташкентском Государственном транспортном университете (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирйулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского Государственного транспортного университета (регистрационный номер - 046). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирйулчилар 1. Тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан «04» УЧ 2021 года.
(протокол рассылки № «038» от «04» УЧ 2021 года).




А.Э. Адилходжаев
Председатель Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор


Я.О. Рузметов
Член секретарь Научного совета
по присуждению учёных степеней,
к.т.н., доцент


М.Х. Расулов
Заместитель председателя Научного семинара
при Научном совете по присуждению
учёных степеней,
к.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире на железнодорожном транспорте в области безопасности движения поездов важное значения приобретают вопросы совершенствования систем автоматики и телемеханики, устройств контроля и управления участка пути на основе цифровых микропроцессорных технологий и методов. На железных дорогах России система контроля и управления составами поездов при помощи метода счета осей колесных пар позволила повысить надежность безопасности движения на 12%. В процессе обеспечения безопасности движения необходимо совершенствовать устройства счета осей колесных пар состава поезда на базе цифровых устройств, которые являются основными узлами систем автоматики и телемеханики и используются для контроля состояния участков железных дорог. В других странах мира, таких как США, Германия, Испания, Южная Корея и Китай, для высокоскоростного движения поездов особое значение уделяется вопросам производству технологий микропроцессора, самоанализирующих блоков в системе, программному архивированию, управлению и контролю.

В мире ведутся научно-практические исследования по созданию микропроцессорных устройств нового поколения для метода счета осей, а также совершенствование блоков и устройств сигнализации, централизации и блокировки системы железнодорожной автоматики и телемеханики. В этом направлении особое внимание уделяется разработке новых математических моделей электромагнитной совместимости в системе контроля и управления методом счета осей колесных пар на железнодорожных участках, совершенствованию схем устранения внешних помех в цепи, созданию высокочувствительного путевого датчика и управление им поездов на участках автоблокировки и полуавтоблокировки на базе элементов микроконтроллера в единой микропроцессорной системе, соединению системы рельсовых цепей с современными модульными блоками и разработке программного обеспечения для дистанционного управления системы.

В Республике развитие транспортной инфраструктуры за счет внедрения современных микропроцессоров и цифровых технологий дают высокие положительные результаты, в том числе и в модернизации сетей управления высокоскоростными поездами на железной дороге, а также в принятии масштабных мер по замене существующих релейных блоков современными энерго- и ресурсосберегающими микроконтроллерными элементами. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021г. указаны задачи, такие как, «...повышение конкурентоспособности национальной экономики, ...активная инвестиционная политика, направленная на решение транспортно-коммуникационных и социально-инфраструктурных проектов, ...техническое и технологическое обновления производства, ...широкое

привлечение в производство энергосберегающих технологий¹. Для выполнения поставленных задач, в том числе и контроль состояния железнодорожных участках, важную роль в повышении безопасности движения поездов играет усовершенствование систем сигнализации, централизации и блокировки на основе цифровых модулей и программных микропроцессорных интерфейсов.

Данная диссертационная работа, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», № 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», постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-4426 от 24 августа 2019 года «О дальнейшем повышении ответственности органов государственного и хозяйственного управления и органов исполнительной власти на местах за внедрение новой системы локализации производства и ускорение кооперационных связей в отраслях промышленности» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной области.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий в республике. 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 модернизацию систем автоматики, телемеханики для управления движением на железнодорожных путях, обеспечение надежности и создании безопасной системы движения поездов рассматриваются в мировых передовых научных центрах, университетах и в известных зарубежных компаниях, в том числе Massachusetts Institute of Technology (США), California Institute of Technology (США), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (Швейцария), Alstom (Франция), CAF (Испания), Hyundai Rotem Company (Южная Корея), Российском университете транспорта (Россия) и Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I (Россия).

Исследования по направлению обеспечения стабильности устройств контроля и управления в системах сигнализации, централизации и блокировки и их программного обеспечения при управлении участками дорог на железнодорожном транспорте, посвящены работы следующих известных зарубежных ученых, как А.Г. Кириленко, Б.С. Сергеев, В.В. Ляной, М.А. Кривда, В.А. Шевцов, А.А. Красовский, В.И. Антипов, И.Г. Тильк, С.А. ЩигOLEв, А.Boehmo, G.Teeg, E.Andres, T.Brendt, J.Frauscher, C.Pucher, G.Grundnig и ученых нашей страны А.А. Халиков, Н. Арипов, А.Р.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Азизов, С.Ф. Амиров, Д.Х. Баратов, М.М. Алиев, Ж.Ф. Курбанов, С.Т. Болтаев, Р.М. Алиев и другие.

Однако до сих пор принципы данного научного и практического исследования не были в полной мере использованы в современных цифровых микропроцессорных технологиях, в частности при разработке устройства контроля и управления железнодорожных блок-участков, направленных на бесперебойное обеспечение передачи данных на основе бесконтактных технологий, локализации микроконтроллерных элементов и разработке инновационных цифровых систем на основе метода представления информации о состоянии участков пути в движении поездов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского государственного транспортного университета по темам №120 «Разработка размагничивания рельсов и его установка на вагон платформу» (2018-2019 г.г.), №139 «Разработка программного обеспечение для АРМ ДСП и АРМ ШН для системы МПЦ для железнодорожной станции Харабек» (2020 г.).

Целью исследования является совершенствование устройств контроля участками дорог в системах железнодорожной автоматики и телемеханики.

Задачи исследования:

разработка устройства управления счета осей колесных пар подвижного состава для контроля участков пути;

усовершенствование методики использования датчиков контроля участков железных дорог для устройства счета осей подвижного состава;

усовершенствование алгоритмов счета осей колесных пар для железнодорожных станции, перегонов и переездов;

разработка способов соединения рельсовой цепи к путевому реле и устройству контроля железнодорожных участков.

Объектом исследования является устройство контроля систем автоматики и телемеханики железнодорожного участка.

Предметом исследования является аппаратное обеспечение на базе микропроцессора, которое осуществляет автоматический контроль состояния устройств управления участками на станциях, перегонах и переездах.

Методы исследования. В процессе исследования использовались методы счета осей колесных пар и системного анализа, параметрической теории рассеянного электромагнитного поля и математического моделирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствованы методики контроля участков железных дорог, по сигнализации, централизации и блокировке на основе требованиям технического регламента для обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте;

разработан магнитный высокочувствительный двухобмоточный индукционный путевой датчик и его импульсное энергосберегающее преобразовательное устройство системы счета осей колесных пар подвижного состава;

усовершенствовано программное микропроцессорное устройство для применения в системах самодиагностики на участках железных дорог с основой метода счета осей подвижного состава;

разработано единое контрольное устройство для счета осей колесных пар и систем управления рельсовыми цепями на участках железных дорог, на основе обеспечения непрерывности работы систем сигнализации, централизации и блокировки.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан усовершенствованный способ контроля и управления составом поездов на участках железной дороги с применением метода счета осей колесной пары для электрических цепей устройств;

разработан программный материал для анализа параметров датчиков счета осей при организации движения поездов;

доказано взаимодействие системы рельсовой цепи и микропроцессорного устройства счета осей для контроля и управления.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования достигнута применением теоретически обоснованных концепций автоматизированного управления методом счета осей колесных пар и теории электромагнитных полей для управления участками дороги в системах железнодорожной автоматики и телемеханики, основанных на совпадении теоретических предпосылок с практическими результатами и их взаимной согласованности.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость исследований обоснованна разработкой микропроцессорного программного обеспечения для счета колесных пар, а также результатами внедрения устройств контроля и управления на участках железной дороги с повышенной безопасностью движения, устойчивостью и надежностью систем автоматики и телемеханики, а также сокращением временного интервала между поездами с оптимизацией расписаний и планов, определения количества вагонов в составе, принимаемых и отправляемых на станциях, улучшением за счет организации последовательности движения поездов на блок участке через определенные промежутки времени.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке современных микропроцессорных устройств контроля и алгоритмов автоблокировки, полуавтоблокировки станций и переездов для управления участками дорог, с широким применением разработанного устройства на станциях и на перегонах, а так же в увеличении безотказной производительности блоков на переездах.

Внедрение результатов исследований. На основе проведенных исследований по усовершенствованию устройств контроля участков пути систем железнодорожной автоматики и телемеханики:

на станции Сергели АО «Узбекистон темир йуллари» внедрена устройство контроля участков железной дороги (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 3 мая 2021 г. №01/1587-21). Согласно исследованиям, на 50% уменьшилась длина проложенного кабеля, за счет улучшения алгоритма управления участками железной дороги с помощью устройства счета осей подвижного состава;

на станции Сергели АО «Узбекистон темир йуллари» внедрены электрические схемы соединения и настройки индуктивных и оптических датчиков для усовершенствования устройства контроля участков железной дороги (АО «Узбекистон темир йуллари» 301/1587-21 от 3 мая 2021г.). В результате научных исследований было достигнуто сокращение временных интервалов движения поездов, в 1,2 раза увеличилась пропускная способность на участках железной дороги.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования диссертации докладывались и обсуждались на 2 научно-практических республиканских и на 2 международных научных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 16 научных статей, рекомендованные списком Высшей аттестационной комиссией РУз 7 журнальных статей, (в их числе 2 статей в зарубежных журналах), 6 статей в сборниках Международных (из них 2 в базе SCOPUS) и Республиканских конференций и получены сертификаты на 3 программы для ЭВМ от Агентства интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены перечень внедрений в практику результатов исследования, список апробации результатов работы, сведения об опубликованных работах и структура диссертации.

В первой главе диссертации «Современное состояние устройств контроля железнодорожных участков» доказано, что при текущем

состоянии системы рельсовых цепей железнодорожной автоматики и телемеханики необходима разработка методов контроля и управления дорогами на основе индуктивных датчиков. По результатам анализа текущего состояния все устройства систем автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта должны строго соответствовать правилам безопасности движения, в соответствии с регламентом и инструкциями. В связи с этим возникла необходимость замены существующих аналоговых и релейных систем и устройств современными микропроцессорными цифровыми технологиями. Было доказано, что переход АО «Узбекистон темир йуллари» от электрических централизованных к микропроцессорным системам управления стрелками и сигналами на линиях железнодорожного транспорта, включая преобразование систем рельсовых цепей в индуктивные устройства управления и контроля пути, значительно увеличивает поток поездов. Цифровые микропроцессорные устройства контроля и управления позволяют системам автоматики и телемеханики работать бесперебойно, стабильно, а также сокращают время обслуживания и снижают энергопотребление.

Исследованием по диссертации доказывает, что используемая система рельсовых цепей и устройств контроля и мониторинга рельсовых путей не в полной мере обеспечивают контроль и управление высокоскоростными поездами и объектами технического обслуживания. На рис.1 приведены аналитические результаты хозяйств обслуживания на участках железных дорог. За последние 5 лет, увеличилось количество отказов устройств автоматики и телемеханики на станциях и перегонах.

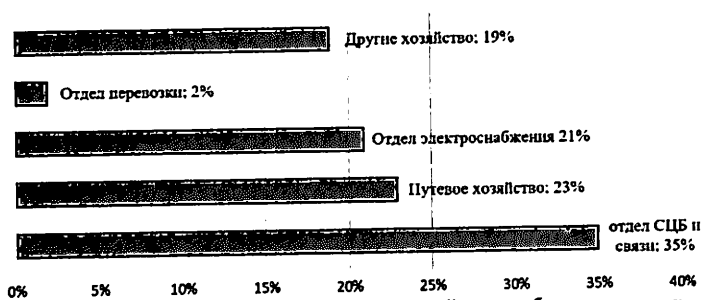


Рис.1. 2015-2020 г.г. процент отказов в хозяйствах, обслуживающих железнодорожном транспорте

Совместимость электромагнитного поля систем обнаружения свободных участков на железных дорогах имеет неудовлетворительную защиту, поэтому разработаны меры по повышению надежности этих систем. Тяговый ток системы рельсовой цепи, неправильная сварка стыков, коррозия, низкая чувствительность датчиков системы счёта осей колес приводят к авариям и к увеличению временных интервалов движения.

На основании рассмотренных способов счета осей было доказано что метод математической модели определяет точные параметры конструктивного положения чувствительных элементов индукционных датчиков относительно колесной пары и рельса. На рис.2 изображен чувствительный элемент датчика с индуктором 1, расположенным в одной горизонтальной плоскости на стыке индукционной катушки колеса, а также представлена условная диаграмма распределения магнитного поля от индукционных катушек датчика индуктивности колесной пары (ДИКП) и его взаимодействия с гребнем колеса.

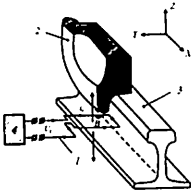


Рис.2. Конструктивное расположение чувствительного ДИКП к элементам относительно колес и рельсов

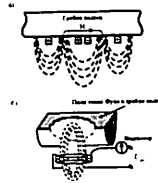


Рис.3. Взаимодействие ДИКП индуктивных катушек с гребнем колеса: а) воздействие друг на друга путем взаимной индукции; б) возникновение токов Фуко

Магнитоэлектрическая система «индуктор ДИКП-колесо-рельсы» представляет собой трехмерную систему, в отличие от систем, рассматриваемых в промышленной автоматике, которая структурно неопределенная, многопараметрическая и с высокой степенью изменчивости. Пронумерованный гребень колеса в этой системе проходит вдоль оси X в определенном продольном направлении над поверхностью чувствительного элемента индуктивного датчика, где ось Y поперечного отклонения и ось Z вертикального отклонения относительно направления перехода колесной пары, которые могут изменяться в достаточно широком диапазоне.

Основными элементами этой схемы являются электромагнитное поле, создаваемое индуктивными катушками, его взаимодействие с рельсами при отсутствии колесной пары на датчике и с колесной парой и рельсами при прохождении ее через датчик. Математическое моделирование работы такой системы представляет серьезные трудности, так как при моделировании и расчете ДИКП необходимо учитывать не только параметры элементов электрической цепи, но и размер предыдущей колесной пары, геометрические размеры индуктора, геометрические параметры и его взаимодействие с колесной парой. На практике невозможно рассчитать такую систему в аналитическом виде с единой обобщенной математической моделью. Кроме того, сложно описать и представить функциональную зависимость выходного сигнала, показанного на рис.2, от параметров колесной пары, параметров индуктора и параметров взаимного расположения гребня колесной пары по осям X, Y, Z, а также от катушки индуктора ДИКП. Однако, как было сказано выше, именно эти соединения определяют

надежность работы ДИКП в реальных условиях эксплуатации с колесной парой и сточенным рельсом.

На основе описанных процессов был определен метод моделирования электромагнитного поля электрических устройств аналогичным логическим элементом (и-или) в 3-х визуальных приложениях и его взаимодействие с гребнем колеса.

Во второй главе диссертации «Исследование устройств счета осей и датчиков электромагнитной индукции на железнодорожном транспорте» была определена функциональная схема электронная система счета осей (ЭССО) в счетном пункте (рис.4), составленная из рельсовых датчиков (РД) электронных систем счета осей и напольного усилителя (НУ).

В состав счетного пункта входят следующие блоки аппаратно-программного обеспечения: РД - рельсовый датчик типа ДПВ-02; АГ1, АГ2 - автогенераторы; Дет.1, Дет.2 - детекторы; СФДС1, СФДС2 - схема формирования дискретных сигналов, свидетельствующих о регистрации прохождения колеса на путевых датчиках; ОЭВМ - однокристальный микроЭВМ; СФСС - схема формирующая синхронные сигналы; ВИП - вторичный источник питания; ДПД - устройство дискретной передачи данных. Разработанный НУ обеспечивает правильную установку датчиков относительно рельса, исправное состояние индуктивных чувствительных элементов и постоянный контроль работы автогенераторов. Кроме того, он обнаруживает неисправности в кабельной линии связи, тестирует узлы микрокомпьютера и проверяет точность данных в ячейках оперативной запоминающей устройстве и постоянной запоминающей устройстве.

Эта модель основана на сервисных методах и может быть представлена, как сервисное устройство для станций (рис.5).

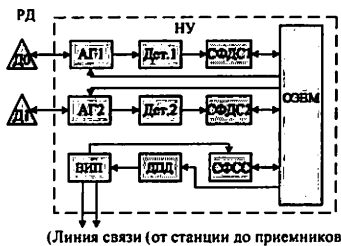


Рис.4. Функциональная схема ЭССО в счетном пункте

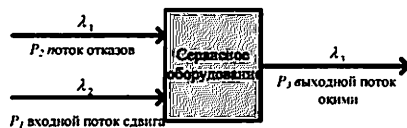


Рис.5. Модель сервисного устройство

Входная часть устройства принимает два независимых потока запросов на обслуживание: входной поток сдвига P_1 в виде случайного потока запросов на обслуживание, который включает в себя запросы на выполнение поездных и маневровых маршрутов для его станции, запросы P_2 первого

класса и запросы второго класса неисправности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

Выходной поток оборудования технического обслуживания P_3 соответствует выполненным действиям маршрутизации. В этом случае λ_2 это интенсивность входного потока λ_1 и интенсивность транспортного потока на выходе λ_3 , зависящая от интенсивности отказов устройств ЖАТ. При возникновении неисправностей эти параметры потока изменятся. В зависимости от выхода из строя какого-либо элемента напольных устройств и постовых устройств, выполнение маршрутов замедляется, что может привести к снижению пропускной способности станции. В результате происходят задержки поезда, значение входного потока P_1 уплотняется и усиливается, а интенсивность входного потока сдвига λ_3 уменьшается. Характеристики потоков P_1, P_2, P_3 зависят от топологического развития станции и функциональной значимости неисправного элемента. Поэтому при анализе следует также учитывать важность использования неисправных элементов в параметрах транспортного потока.

Предлагаемая модель рассматривается как безусловный приоритет дополнительной системы государственных услуг. Если получены вторичные запросы, то есть устройства ЖАТ неисправны, обрабатывается поток вторичных запросов конкретной единицы нагрузки P_2 , в течение которого запросы первичной службы останавливаются или выполняются с меньшей интенсивностью.

В этом случае среднее время по требованию p -класса определяется следующим образом:

$$T_p = \bar{x}_p + \frac{\sum_{i=p}^P \lambda_i \bar{x}_i^2}{1 - \sigma_p} + \sum_{i=p+1}^P \rho_i T_p = \frac{\bar{x}_p \cdot (1 - \sigma_p) + \sum_{i=p}^P \lambda_i \bar{x}_i^2}{(1 - \sigma_p)(1 - \sigma_{p+1})}, \quad (1)$$

где $\sigma_p = \sum_{i=p}^P \rho_i$; $\rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}$, P - число классов; p - текущий класс запроса ($p = 1, 2, \dots, P$); λ_i - интенсивность запросов входящего потока в классе i ; μ_i - интенсивность обработки запросов потока сервисного оборудования в классе i ; \bar{x}_i - среднее время запроса услуги в классе i ; \bar{x}_i^2 - длительность запроса услуги на момент второго старта i ; ρ_i - удельная нагрузка, обслуживающая запросы класса i .

Среднее количество запросов для этого класса определяется следующим образом:

$$\bar{N}_p = \lambda_p T_p. \quad (2)$$

Отличие полученной модели от других методов состоит в том, что она позволяет оценить эффективность системы ЖАТ с учетом эксплуатации и технических характеристик участка железной дороги, интенсивности движения поездов, скорости брака и возврата вагонов ЖАТ.

Экономическая эффективность мероприятий по повышению надежности систем и устройств ЖАТ определяется соотношением показателей ущерба и расхода (рис.6 и 7).

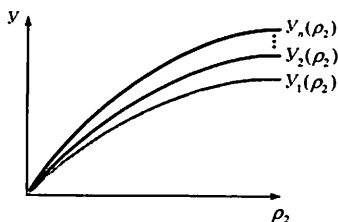


Рис.6. Сравнение показателя ущерба ρ_2 и нагрузки

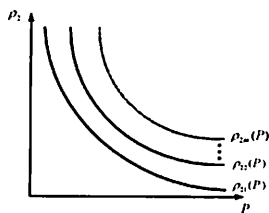


Рис.7. Сравнение показателя расхода ρ_2 и нагрузки

Поскольку системы ЖАТ являются обратимыми, изменение уровня надежности оценивается с использованием удельной нагрузки устройств для обслуживания вторичных запросов и определяется следующим образом:

$$\rho_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2}. \quad (3)$$

Разработанная модель управления надежностью устройств и систем ЖАТ позволила не только получить нормированное значение количества неисправностей, но и определить причины несоответствия уровня надежности заданным техническим и эксплуатационным требованиям, а также спланировать мероприятия по обеспечению требуемого уровня надежности устройств и систем ЖАТ. В результате данная модель позволила повысить надежность устройств и систем ЖАТ в заданных условиях эксплуатации.

Третья глава диссертации «Математические модели устройств контроля на участках железных дорог» включает в себя математическую модель устройств управления на основе индуктивного элемента, а также взаимодействие дорожного индуктивного датчика с колесной парой и упрощенные схемы замещения, состоящей из катушки возбуждения индуктора, полного резонансного контура, на основе оптической и лазерной технологии. Разработаны также математические модели метода расчета параметров индукционных катушек.

Во время движения подвижного состава по индуктивному датчику гребня колеса, сопротивление линий магнитного напряжения уменьшается из-за влияния напряженности электромагнитного поля, что приводит к возникновению токов Фуко на поверхности гребня колесной пары. В ответ на чувствительность индуктивного датчика колесной пары появляется сигнал для счета их количества. Изменение индуктивности происходит из-за изменения реактивных составляющих записанного сигнала, а токи Фуко

приводят к изменению активных составляющих записанного сигнала. Взаимозависимость этих процессов показана на рис.8 и 9.

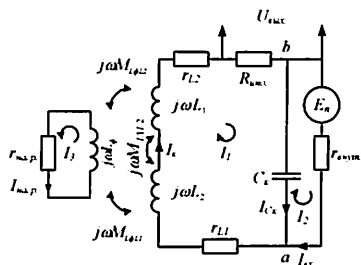


Рис.8. Эквивалентная взаимодействия катушки ДИКП и колесного гребня

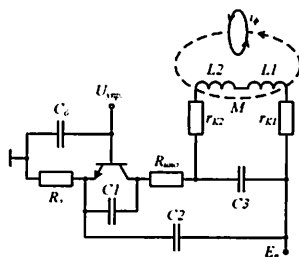


Рис.9. Упрощенная эквивалентная схема возбуждения катушек индуктора

На рис.8 представлена эквивалентная схема взаимодействия гребня колеса с катушками индуктивного датчика. Для возбуждения катушек индуктивности использовалась широко известная схема Колпица из датчиков, информирующих о приближении состава поезда. Возбуждение катушек осуществляется генератором переменного тока E_n , упрощенная схема которой показана на рис.9.

На рис.9 представлены индуктивности L_1 и L_2 первичной и вторичной обмоток индуктора датчика индуктивности колесной пары (ДИКП); $M_{L1,L2}$ - взаимная индуктивность между катушками; r_{L1} и r_{L2} - активное сопротивление катушек L_1 и L_2 ; L_ϕ - эквивалентная индуктивность токов Фуко, возникающая в гребне колесной пары; $M_{L\phi,L1}$ и $M_{L\phi,L2}$ - взаимная индуктивность катушек L_ϕ с катушками L_1 и L_2 соответственно; $r_{нагр}$ - эквивалентное сопротивление нагрузки для токов Фуко; $I_{нагр}$ - обобщенный эквивалентный ток нагрузки токов Фуко; $I_{конт.}$ - ток возбуждения катушек ДИКП; ω - угловая частота тока возбуждения; $R_{шд.}$ - активный сигнал $U_{вых}$, генерированный при прохождении колесной пары через гребень; E_n - источник напряжения с внутренним сопротивлением $r_{внут.}$; $I_{ex.}$ - ток возбуждения; C_k - эквивалентная мощность в резонансном контуре, подключенном к индуктивным катушкам; $I_{канд.}$ - ток протекающий через конденсатор; I_1 , I_2 и I_3 - токи в соответствующих контурах.

На рис.9 конденсатор C_3 используется для защиты транзистора от внешних напряжений, таких как грозовые разряды или коммутационные помехи в тяговых цепях локомотивов, которые могут возникать на обмотках индуктивности индуктора. Регулируя напряжение $U_{нр.}$, можно задавать нужные значения токов $I_{ex.}$ и, соответственно, I_k в резонансном контуре для обеспечения необходимой чувствительности датчика в этом контуре. Частоту выходного сигнала в этой схеме можно выразить следующим образом:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC_k(1+K_{вз.инд.})}} \quad (4)$$

где L - индуктивность катушки: $L=L_1=L_2$; C_k - суммарная емкость резонансного контура (рис.8 и 9): $C_k = C_3 + \frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$; $K_{вз.инд.}$ - коэффициенты взаимной индуктивности катушек равны L_1 и L_2 .

При отсутствии колесных пар для катушек ДИКП в исследуемой структуре коэффициент взаимной индуктивности определяется экспериментально в диапазоне от 0,073 до 0,084 из выражения (4). Так как $L_1=L_2$ катушки связаны с гибким магнитным потоком, общая индуктивность которых равна: $L_{\Sigma}=L_1+L_2+2M=2(L+M_{1,1L,2})$, где $M=M_{1,1L,2}$ - взаимная индуктивность катушек L_1 и L_2 .

Выходное напряжение характеризуется следующим выражением:

$$U_{\text{вых.}} = I_1 \dot{R}_{\text{инд.}} = \frac{R_{\text{инд.}} \dot{E}_m}{\frac{4\omega^2 M_{\phi L}^2}{r_{\text{юк.}} + j\omega L_{\phi}} + R_{\text{инд.}} + 2(r_{\text{кат.}} + j\omega(L+M))} \quad (5)$$

Разработана аналитическая функциональная зависимость от геометрических параметров индуктора ДИКП, параметров колесной пары, напряжения электромагнитного поля (ЭМП). Параметры осей X , Y и Z определяются на поверхности ДИКП и на переходе колесной пары.

На рис.10 представлена диаграмма изменения нормированного напряжения ЭМП от относительного максимума в направлении осей X и Y на поверхности катушек индуктивности на расстоянии $\varnothing 56$ мм от центра (оси симметрии). Рассмотрено увеличение на расстоянии 6 мм (рис.10, а) и 20 мм (рис.10, б) от поверхности ДИКП соответственно. Модуль напряжения ЭМП, нормированный (в условных единицах) относительно максимального размера абсциссы на диаграммах, показывает расстояние (мм) вдоль оси ординат поверхности катушки. Из приведенных данных видно, что форма кривой модуля напряжения практически не изменилась с изменением расстояния на поверхности катушек ДИКП.

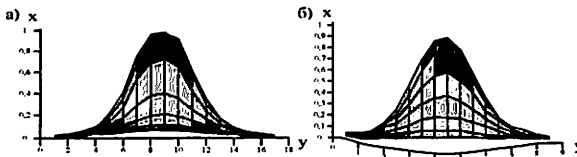


Рис.10. Изменение катушек индуктивности на расстоянии от центра напряжения ЭМП (оси симметрии): а) на расстоянии 20 мм от поверхности ДИКП; в) на расстоянии 6 мм от поверхности ДИКП

В четвертой главе диссертации «Разработка методов и алгоритмов устройств управления рельсовыми цепями на основе современных микропроцессорных элементов», разработана микропроцессорные устройства управления и алгоритмы автоблокировки и полуавтоматической

блокировки участков, элементы контроля и управления на железнодорожных перегодах.

Индуктивное устройство контроля и управления путевых датчиков разработано для увеличения пропускной способности поездов на железнодорожных перегодах. На рис.11 и 12 показана обобщенная структурная схема управления однопутными железнодорожными перегодами и блок-постами.

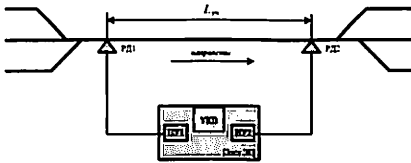


Рис.11. Обобщенная структурная схема управления участком дороги

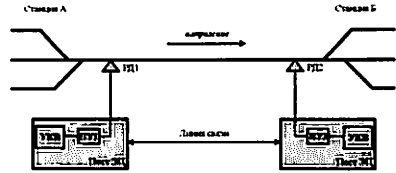


Рис.12. Обобщенная структурная схема полуавтоблокировки

На рис.13 показан усовершенствованный способ работы в системе полуавтоблокировки железнодорожного перегода с использованием напольного усилителя на основе индуктивных датчиков пути РД1 и РД2 и устройства контроля и вычисления (УКВ). Этот метод отличается от существующих систем тем, что он одновременно получает данные от датчиков РД1 и РД2 и отправляет их на устройство управления, увеличивая пропускную способность поездов. На обобщенной структурной схеме полуавтоблокировки на каждой станции установлено отдельное устройство УКВ для системы полуавтоматической блокировки для повышения безопасности движения, напрямую связаны с системой электрической централизации.

Также был разработан метод управления и расчета для железнодорожных систем автоблокировки, структурная схема которой показана на рис.13. Используя метод, разработанный для систем автоблокировки в перегоде, данные с индуктивных датчиков пути РД1, РД3, РД5 и РД7 одновременно подаются на устройство УКВ во время движения поезда, это улучшает движения потоков поездов и повышает безопасность движения.

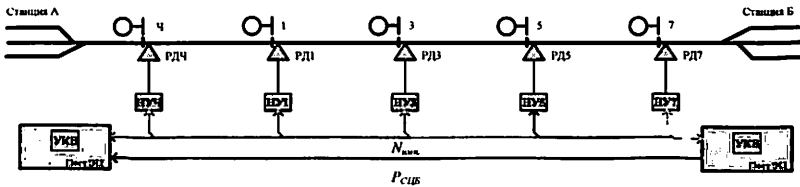


Рис.13. Структурная схема контрольно-вычислительного устройства, разработанного для системы автоблокировки (Р_{сцб} - индикатор, позволяющий устройствам сигнализации, централизации и блокировки открывать сигналы светофора, N_{имп} количество импульсов)

Многофункциональное устройство контроля участков пути (УКУП) определяет реализацию устройства автоматической переездной сигнализации по сравнению с существующими устройствами. Разработанное устройство управления и контроля с индуктивным датчиком пути позволило повысить безопасность и пропускную способность движения автомобилей на переездах железных дорог. На рис.14 и 15 представлена структурная схема автоматической переездной сигнализации (АПС) дороги на перегоне и блок-схема автоматической переездной сигнализации на выходе со станции.

Можно отметить, что использование интегрированных устройств контроля участков пути (УКУП) позволила решить задачу создания соответствующей (АПС) с уведомлениями по времени, контролирующей работу АПС как на перегонах, так и на станциях. Использование АПС с принципиально новым подходом к методам управления сократило время, необходимое для сообщения о приближении поезда к переезду, и уменьшило зазоры на дорогах.

Основой системы управления является микропроцессор, который с помощью путевых датчиков отправляет информацию о времени свободности/занятости пути на центральный микропроцессор. Подсчет осей свободности/занятости путей осуществляется с помощью путевых датчиков и является одним из основных устройств обеспечения безопасности железнодорожного движения. Созданная система разработана с учетом климатических условий на дорогах АО «Узбекистон темир йуллари», а также для движения высокоскоростного железнодорожного транспорта.

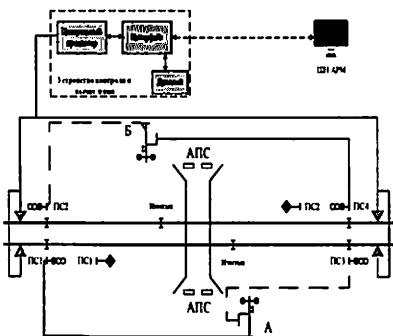


Рис.14. Структурная схема автоматической переезда сигнализации

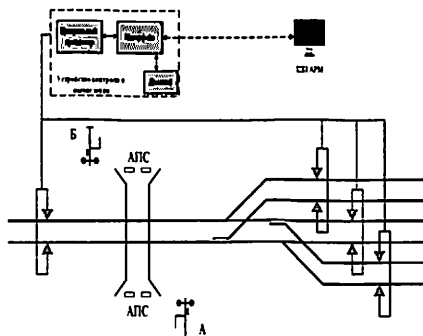
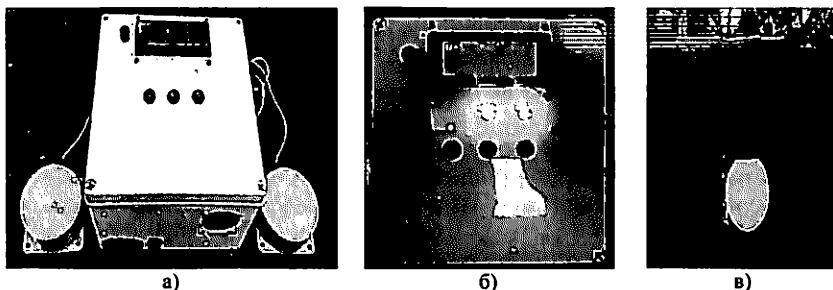


Рис.15. Структурная схема автоматической сигнализации переезда на выходе со станции

Разработанная система состоит из микропроцессора с программным обеспечением и нескольких вспомогательных блоков, которые одновременно служат для контроля участков железнодорожного пути, обеспечивая безопасность движения.

Программное обеспечение для микропроцессорного управления для устройства счета осей было разработано на языке программирования C ++, а сертификаты на программное обеспечение для управления системой были получены от Агентства интеллектуальной собственности. Программа позволяет своевременно получать информацию от путевых датчиков движения, обеспечивать их взаимосвязь, а также преобразовывать полученные данные в цифровые сигналы и одновременно отображать их на рабочем столе поездного диспетчера (ДНЦ) или дежурного по станции (ДСП).

Разработанное устройство системы железнодорожной автоматики и телемеханики прошло испытание на перегоне между станциями Сергели-Кучлик (рис.16). В ходе испытания при подсчете пары осей на высокоскоростном поезде Ташкент-Андижан не выявлено неисправностей и вибраций в системе, воздействия внешнего электромагнитного поля. Поезд, состоящий из тягового электровоза и 16 вагонов, двигался от станции Сергели до перегона со скоростью 120 км в час по путевым датчикам, при выходе со станции на перегоне количество колесных пар на экране устройства показало 70 шт, при входе на станцию Кучлик на дисплее появилось также 70 шт колесных пар, в результате данные на дисплее были равны, информация о том, что занятый перегон перешел в режим «свободный» после того, как числа на дисплее сравнялись.



**Рис.16. Устройство свободно/занятости и контроля путевого участка
а) устройство управления и его индуктивные датчики; б) рабочее состояние
устройства управления; в) датчик индуктивного пути, установленный на рельсах**

Разработанная система также предназначена для работы на 2-х, 3-х и 4-х значных автоблокировках железных дорог. Путевые датчики на перегоне передают данные на расстоянии до 10 км от блока управления, а на большем расстоянии данные принимаются с помощью ретрансляторов передатчиков. Также возможно получение информации от путевых датчиков с помощью технологии беспроводного радиоканала, что позволяет снизить экономические затраты системы при работе без кабельных проводов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований устройств контроля участков дороги в системах железнодорожной автоматики и телемеханики представлено следующее заключение:

1. Разработано устройство управления счета осей колесных пар подвижного состава для контроля участков пути для предотвращения сбоя в системах сигнализации, централизации и блокировки

2. Усовершенствована методика использования датчиков контроля участков железных дорог для устройства счета осей подвижного состава. С помощью предложенной методики уменьшилось число отказов, перекрытия светофоров, нарушения фазовых перекрытий.

3. Усовершенствованы алгоритмы счета осей колесных пар для железнодорожных станции, перегонов и переездов. Это дало возможность осуществлять контроль участков пути, совмещение напольного электронного модуля между индуктивным датчиком пути и устройством управления и позволила уменьшать длину проложенных кабелей на 50%.

4. Разработан способ соединения рельсовых цепи путевому реле и устройства контроля железнодорожных участков, что позволила сократить временные интервалы движения поездов, увеличить пропускную способность участков железных дорог в 1,2 раза.

5. Разработано программное обеспечение микропроцессорного блока управления для контроля и управления железнодорожным участком, в результате онлайн контроля подвижного состава на пути, передача данных с индуктивного датчика на устройство управления увеличилось вдвое, поезда не останавливаются внезапно, сокращены временные интервалы работы движения поездов.

6. В результате внедрения микропроцессорной программы для подсчета осей подвижного состава на участках железной дороги отказались от электромагнитных реле и в 2 раза сократили количество кабелей, на посту создана современная безремонтная методика, а также снижена стоимость потребления электроэнергии в 1,5 раза.

7. На станции Сергели внедрено и локализовано разработанное устройство счета осей колесных пар и их контрольные датчики пути. В результате экономическая эффективность устройства составляет 270 млн. сумов.

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

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

SAITOV AZIZ AZIMOVICH

**IMPROVEMENT OF CONTROL DEVICES ROAD SECTIONS OF
RAILWAY SYSTEMS AUTOMATION AND TELEMECHANICS**

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/T2136.

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) and on the web site of «ZiyoNet» Information and education portal (www.ziyo.net.uz).

Scientific supervisor:

Kurbanov Janibek Fayzullayevich
doctor of technical sciences, assistant professor

Official opponents:

Ibragimov Nazrilla Nabiyeovich
doctor of technical sciences, professor

Urokov Olimjon Xikmatullayevich
doctor of philosophy (PhD)

Leading organization:

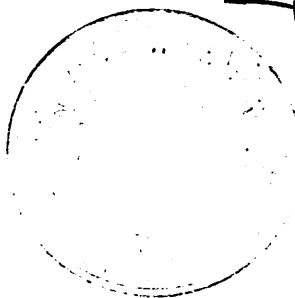
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad Al-Khorazmi

The defense will be take place «18» XV 2021 at 12⁰⁰ at the meeting of Scientific Council PhD.15/30.12.2019.T.73.01 at the Tashkent State transport university. Address: 1, Temiryolchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz

The dissertation PhD can be reviewed at the Information – Resource Center of the Tashkent State transport university (Registration number – 046). (Address: 1, Temiryolchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66.

Abstract of dissertation was distributed on «04» XV 2021 year.

(mailing record № 038 on «04» XV 2021 year)



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

Y.O. Ruzmetov
Scientific secretary of Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Candidate of technical sciences,
assistant professor

M.X. Rasulov
Vice-Chairman of this Scientific seminar
under Scientific council
on awarding scientific degrees,
candidate of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is to improve the control devices for road sections in the systems of railway automation and telemechanics.

Tasks of their search:

development of a control device for counting the axles of wheel pairs of rolling stock for monitoring track sections;

improvement of the method of using sensors for monitoring sections of railways for the device for counting the axles of rolling stock;

improving the algorithms for counting the axles of wheelsets for railway stations, stages and level crossings;

creation of methods for connecting a track circuit to a track relay and a railway section control device.

Object of their search is the control devices of automation and telemechanics systems of the railway section.

Scientific novelty of the research is as following:

improved methods of monitoring railway sections, signaling, centralization and blocking based on the requirements of technical regulations to ensure traffic safety in railway transport;

a magnetic highly sensitive two-winding induction track sensor and its pulsed energy-saving converter device of the axle counting system of rolling stock have been developed;

a software microprocessor device has been improved for use in self-diagnosis systems on railway sections with the basis of the method of counting the axes of rolling stock;

a single control device has been developed for counting wheelset axles and rail chain control systems on railway sections, based on ensuring the continuity of alarm systems, centralization and blocking.

The structure and volume of the research work. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Халиков С.С., Саитов А.А. Темир йўл транспортида интерактив хизмат кўрсатувчи алоқа тармоқлар тизимини ташкил этиш. Мухаммад Ал-Хоразмий авлодлари илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнали. ТАТУ-2018. 75-78 б. (05.00.00; №10).
2. Саитов А.А., Курбанов Ж.Ф., Болтаев С.Т. Темир йўл транспортидаги автоматика ва телемеханика тизимининг ҳаракат таркиби ўқларини санаш учун оптик-толали датчикларни қўллаш. ТошТЙМИ ахбороти. 2019 йил №4 сони. 51-57 б. (05.00.00; №11).
3. Саитов А.А. Темир йўл транспортидаги автоматика ва телемеханика тизимининг ҳаракат таркиби ўқларини санаш учун оптик-толали датчикларни қўллаш. ТошТЙМИ ахбороти 2/2020. 178-186 б. (05.00.00; №11).
4. Saitov A.A. Application of fiber optical sensors for counting axes of a mobile stock systems of automation and telemechanics on railway transport. International journal of advanced research in science, engineering and technology. Vol. 7, P.15066-15073. Issue 10, October 2020. (05.00.00; №8).
5. Саитов А.А., Курбанов Ж.Ф., Сатторов Ф.А. Ҳаракатланаётган темир йўл таркиби ғилдирак жуфтликлари ўлчовли назоратини лазерли усуллари. Мухаммад Ал-Хоразмий авлодлари илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнали. ТАТУ-2020, 93-95 б. (05.00.00; №10).
6. Саитов А.А., Курбанов Ж.Ф., Сатторов Ф.А. Ҳаракат таркиби ғилдиракларини аниқлашда нуктали тизимларнинг истикболи. Мухаммад Ал-Хоразмий авлодлари илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнали. ТАТУ-2021, 91-93 б. (05.00.00; №10).
7. Kurbanov J., Boltayev S., Toshboyev Z., Saitov A., Majidov E. Intelligent diagnostics of the state of carriage retarders. International journal of advanced research in science, engineering and technology. Volume 8, P.17065-17070. Issue 4, April 2021. (05.00.00; №8).

II бўлим (II часть; II part)

8. Колесников И.К., Саитов А.А. Методы управления и аппаратная реализация устройства единого пространственного поля. Ёш илмий тадқиқотчи XIII-Институтлараро илмий-амалий конференцияси материаллари I-қисм. ТошТЙМИ. Тошкент-2015. 74-76 с.
9. Халиков С.С., Саитов А.А. Темир йўл транспорти алоқа қурилмаларининг узлуксиз электр энергия манбаларида замонавий назоратлаш ва ҳисобга олиш тизимини қўллаш. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. ТашИИТ-2016. 264-266 б.

10. Saitov A., Kurbanov J., Boltayev S., Toshboyev Z. Improvement of control devices for road sections of railway automation and telemechanics. International Scientific Conference "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO-2021) held on April 1-3, 2021 in Tashkent, Uzbekistan (SCOPUS).

11. Boltayev S., Raxmonov B., Muxiddinov O., Saitov A., Toshboyev Z. A block model development for intelligent control of the switches operating apparatus position in the electrical interlocking system. International Scientific Conference "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO-2021) held on April 1-3, 2021 in Tashkent, Uzbekistan (SCOPUS).

12. Saitov A.A. Йўл участкаси назорат қурилмасини техникавий ва амалий самарадорлиги. Technical and practical efficiency of road section construction. International Multidisciplinary Scientific Conference "Humanity and Science Congress-2021", Seoul, South Korea on October, 30th 2021, 97-99 p.

13. Saitov A.A. Микропроцессорли темир йўл назорат ва бошқарув қурилмаларини электромагнит майдонга мослашувчанлиги ва хавфсизлик функциялари. Models and methods for increasing the efficiency of innovative research: a collection scientific works of the International scientific conference (11 November, 2021) - Copenhagen: 2021. ISSUE 5 – 259-262 p.

14. Saitov A.A., Kurbanov J.F., Boltaev S.T. Poezdlar harakatini tashkil etishda o'qlarni sanash tizimidagi datchiklar parametrlarining tahliliy dasturi. № DGU 07850. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellectual mulk agentligi. 05.02.2020 y.

15. Kurbanov J.F., Boltayev S.T., Raxmonov B.B., Saitov A.A. Temir yo'llarda strelkali va strelkasiz uchastka yo'llarini nazorat qilish uchun universal mikroprosessorli modulning dasturiy ta'minoti. № DGU 08278. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellectual mulk agentligi. 08.05.2020 y.

16. Kurbanov J.F., Boltayev S.T., Raxmonov B.B., Saitov A.A. Temir yo'llarda svetaforlarni boshqarish va nazorat qilish uchun universal mikroprosessorli modulning dasturiy ta'minoti. № DGU 08279. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellectual mulk agentligi. 08.05.2020 y.

Автореферат “Transport xabarnomasi” илмий-амалий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди (4.11.2021 йил).

Қоғоз бичми 84x60-1/16 Ризограф босма усули Times гарнитураси
Шартли босма табоғи: ___ б.т. Адади: ___ нусха. Буюртма № _____
Нашрга рухсат этилди: _____

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