

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ЎЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.15/31.08.2022.T.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМОНОВ БОБОМУРОД БАХТИЁРОВИЧ

ТЕМИР ЙЎЛ КЕСИШМАЛАРИДА ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИНИ
НАЗОРАТ ҚИЛИШ ВА БОШҚАРИШ ТИЗИМИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

ТЕХНИКА ФАҢЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

**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**

Рахмонов Бобомурод Бахтиёрович

Темир йўл кесимларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва
бошқариш тизимини такомиллаштириш..... 3

Рахмонов Бобомурод Бахтиёрович

Совершенствование системы контроля и управления безопасности
движения на железнодорожных переездах..... 21

Rahmonov Bobomurod Baxtiyorovich

Improvement of the traffic safety control and management system at railway
crossings..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

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

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ЎЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.15/31.08.2022.T.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМОНОВ БОБОМУРОД БАХТИЁРОВИЧ

ТЕМИР ЙЎЛ КЕСИШМАЛАРИДА ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИНИ
НАЗОРАТ ҚИЛИШ ВА БОШҚАРИШ ТИЗИМИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2024

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.3.PhD/Т3997 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.ziyo.net.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Курбанов Жанибек Файзуллаевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оponentлар:

Хаджимухаметова Матлуба Адилевна
техника фанлари доктори, профессор

Ўроқов Олимжон Хикматуллоевич
техника фанлари бўйича фалсафа доктори

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги PhD.15/31.08.2022.Т.73.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2024 йил “29” апрель соат 15⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй, тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz.

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№154-рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй. тел: (99871) 299-05-66.

Диссертация автореферати 2024 йил “17” апрель куни тарқатилди.
(202_ йил “17” апрельдаги 37-рақамли реестр баённомаси).



Н.М. Арипов

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

Ш.М. Суёнбаев

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

М.Х. Расулов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда темир йўл транспорти участкаларидаги кесишмаларда ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимини автоматлаштирилган рақамли технологиялардан фойдаланган ҳолда ишлатишга талаб кескин ортиб бормоқда. Шунингдек, темир йўл транспортининг юқори тезюар участкаларида ҳаракат хавфсизлигини таъминлаш ва ишончлилигини оширишда, ўзини ўзи ташхисловчи, замонавий микропроцессорли ва симсиз технологиялар базасида кесишмани автоматик сигналлаштириш тизимининг назорат қилиш ва бошқариш қурилмаларининг юқори аниқликда ишлашнинг таъминлаш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда ривожланган давлатларнинг юқори тезюар темир йўл участкаларидаги кесишмаларда ҳайдовчиларнинг ҳаракат хавфсизлигига риоя қилмасликлари оқибатидаги тўқнашувларнинг 31% да инсонлар турли жароҳатлар олишига ва 2% да уларнинг ўлимига сабаб бўлаётганлигини инобатга олиб¹, замонавий автоматлаштирилган симсиз технологиялар асосида темир йўл кесишмаларини автоматик сигналлаштириш тизимини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда. Бу борада, жумладан темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигини ошириш, симсиз технологияларни қўллаш асосида назорат қилиш ва бошқариш, ҳаракатланаётган автотранспорт ҳайдовчиларини масофадан огоҳлантириш, поезд машинистига кесишманинг жорий ҳолати юзасидан аниқ маълумот узатиш, кесишмаларда ва пиёдалар ўтиш жойларида поезднинг яқинлашаётганлиги ҳақида ўз вақтида огоҳлантириш, автомобилларнинг кесишмада узоқ вақт қолиб кетиши ва тирбандликнинг олдини олишга² алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳон темир йўл кесишмаларида поезднинг яқинлашиши тўғрисида хабар бериш вақтини ва унинг кесишмага яқинлашиш масофасини назорат қилиш ҳамда жараёни бошқариш тизимларини такомиллаштириш орқали ҳаракат хавфсизлигини юқори даражада таъминлаш ва замонавий автоматлаштирилган қурилмаларни ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, темир йўл кесишмаларидаги автоматик сигналлаштириш тизимини замонавий элементлар базасидаги микроконтроллерли бошқариш ва назорат қилиш усуллариининг соддалаштирилган алгоритмли дастурий таъминотларини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотларни олиб бориш муҳим бўлиб, шу билан бир қаторда, кесишмани автоматик сигналлаштириш тизимининг ишончлилигини ошириш бўйича тадқиқотлар устивор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, кесишмани автоматик сигналлаштириш тизимининг ишончлилик кўрсаткичларини ҳамда таҳлилий натижаларини рақамли кўринишда ва масофадан туриб симсиз технологиялар ёрдамида соҳанинг масъул ходимларига ўз вақтида етказиш долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

¹ <https://zdmira.com/articles/otchet-mszd-2022-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh>

² <https://newsprice.info/publications/kak-raskuporit-probku-mezhdunarodnyj-opyt-resheniya-transportnyh-problem/>

Республикамизда темир йўл транспортида ҳаракат хавфсизлигини таъминловчи тизимлар билан боғлиқ бўлган қурилмалар, блоклар ва датчик туридаги элементларни замонавийлаштириш, шунингдек уларни рақамли технологияларга, релели контактли блокларни микропроцессорли контактсизларига алмаштириш, тизимдаги барча камчиликларни бартараф этиш бўйича чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Темир йўл транспорти соҳасини тубдан ислоҳ қилиш чора-тадбирлари, жумладан “темир йўл соҳасини трансформация қилиш ва рақамлаштириш ишларини жадаллаштириш,, сифатлилиги, хавфсизлиги, барқарорлиги ва ишончилигини таъминлаш, ... электр таъминоти, сигналлаштириш ва алоқа, локомотив хўжалиги, ягона диспетчерлик маркази ... фаолиятини таъминлаш ҳамда мазкур инфратузилма объектларини ривожлантириш”³, шунингдек, 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан “...ахборот технологияларни кенг жорий қилиш... транспорт, инфратузилма, ижтимоий ва бошқа соҳалар бўйича маълумотларни жамловчи таҳлилий геопорталларини ишга тушириш, ...дастурий таъминотлар ва бошқа хизматлар экспортини 1,7 бараварга ошириш, ...транспорт турларини узвий боғлаган ҳолда ягона транспорт тизимини ривожлантириш, ...жамоат транспорти тизимини такомиллаштириш ва унинг инфратузилмасини ривожлантириш”⁴ бўйича вазифалари белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, хусусан, темир йўл участкаларида замонавий кесимгани автоматик сигналлаштириш тизимларини ишлаб чиқиш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сонли, 2019 йил 1 февралдаги “Транспорт соҳасида давлат бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5647-сонли ва 2018 йил 13 декабрдаги “Ўзбекистон Республикаси давлат бошқарувида рақамли иқтисодиёт, электрон ҳукумат ҳамда ахборот тизимларини жорий этиш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПФ-5598-сонли Фармонлари, 2019 йил 24 августдаги “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 ПҚ-4426-сонли Қарори, 2022 йил 6 июлдаги “2022-2026 йилларда Ўзбекистон Республикасининг инновацион ривожланиш стратегиясини амалга ошириш бўйича ташкилий чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-307-сонли Қарорининг 4-иловасининг 157-бандида “Темир йўл участкаларидаги переездларни микропроцессорли маҳаллийлаштирилган тизимини (МАПС) ишлаб чиқиш” лойиҳасини ишлаб чиқиш ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда

³ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 10 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси темир йўл транспорти соҳасини тубдан ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-329-сонли Қарори;

⁴ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида” ПФ-60-сонли фармони.

белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналишига мос келади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимларини такомиллаштириш ҳамда уларнинг ишончилигини таъминлаш каби масалаларни ҳал қилишда бир қатор таниқли хорижий олимлар катта ҳисса қўшганлар, жумладан, В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, А.Б. Никитин, Е.Г. Угрюмов, Ю.А. Бакулин, Ю.А. Ерохин, Л.Б. Чубаров, В.Н. Яковлев, Е.И. Полевой, А.С. Лосев, Е.М. Тарасов, А.С. Белоногов, В.П. Мохонко, М.Б. Куров, В.Б. Гуменников, Й.В. Тарасова, Dj. Fris, R. Fis, R. Mors, G.T. Kabushiki, K. Takashi, С.Н. Чижма, Н.Г. Анањева, С.Е. Ададуrow, Б.М. Гордон, Г.Д. Казиев, Е.Н. Розенберг, М. Randiy, J. Patrik, R.V. Gnitko, А.А. Курганский, И.Г. Тилк, В.В. Ляной, М. Марекс, Н. Александрс, К. Владимирс, В.В. Власов, Д.В. Соболев, Д.В. Ефанов, Д.Г. Плотников, Г.В. Осадчий, А.Н. Попов, С.В. Бушуев, С.Ю. Гришаев, Д.Г. Назмутдинов ва бошқалар.

Темир йўл автоматика ва телемеханика қурилмаларини замонавийлаштириш, поездлар ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва уни бошқариш усулларини ишлаб чиқиш ҳамда такомиллаштиришга Ўзбекистоннинг таниқли олимларининг илмий ишлари бағишланган. Булардан: Ф.А. Назаров, В.Г. Строков, Г.Р. Рахметов, Ю.И. Полевой, Н.М. Арипов, А.Р. Азизов, Ш.Р. Хорунов, М.М. Алиев, Ж.Ф. Курбанов, С.Т. Болтаев. Олиб борилган илмий тадқиқотлар натижасида поездлар ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва уни бошқариш усулларини яратишда салмоқли натижаларга эришилди.

Шу билан бирга, темир йўл кесишмасини яқинлашаётган поезд тоифаси, тезлиги, тезланиши, тормоз йўлининг узунлиги ва бошқа техник тавсифларидан келиб чиқиб бошқариш тизимини такомиллаштириш, поездлар ва автотранспорт воситалари тўқнашувининг олдини олиш бўйича локомотив машинистини ўз вақтида огоҳлантириш тизимларининг ишлаш алгоритмларини ва тамойилларини такомиллаштириш, автотранспорт воситаларининг ёпиқ кесишма олдида туриб қолиш вақтини камайтириш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 6 июлдаги “2022-2026-йилларда Ўзбекистон Республикасининг инновацион ривожланиш стратегиясини амалга ошириш бўйича ташкилий чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-307-сонли Қарорининг 4-иловасида кўрсатилган 2023-2026 йилларда иқтисодиёт тармоқларида амалга

ошириладиган “Драйвер” инновацион лойиҳаларининг 157-бандида кўрсатилган “Темир йўл участкаларидаги переездларни микропроцессорли маҳаллийлаштирилган тизимини (МАПС) ишлаб чиқиш” лойиҳаси, 61-сонли “Темир йўл участкаларида автоматик локомотив сигналлаштириш тизими сигналларини назорат қилиш усулини такомиллаштириш” хўжалик шартномаси (2022 йил), ИЗ-2020122814-сонли “Темир йўл транспортида радиоалоқа сигналларини ўлчашда махсус алоқа лаборатория вағони учун рақамли ҳамда комплексли модулларни яратиш” инновацион давлат гранти (2022-2023 йй.) бўйича илмий-амалий тадқиқотлар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

поезднинг тоифасини инобатга олган ҳолда кесишмани автоматик сигналлаштириш тизимининг замонавий ҳолати ва муаммоларини тадқиқ қилиш;

темир йўл транспортида поездлар ҳаракат хавфсизлигини ошириш учун математик моделлаштириш асосида яқинлашаётган поезднинг тоифасидан келиб чиққан ҳолда кесишмани автоматик сигналлаштириш усулини яратиш;

кесишманиннг жорий ҳолати бўйича унга яқинлашаётган локомотив машинистига радиоалоқа канали орқали маълумот узатиш усулини микропроцессорли элементлар асосида ишлаб чиқиш;

ҳаракатдаги локомотивнинг координата параметрларидан келиб чиққан ҳолда автотранспорт ҳайдовчиларини огоҳлантириш ва кесишманиннг автоматик сигналлаштириш тизимини радиоалоқа канали ёрдамида бошқариш усулини асослаш;

кесишмага яқинлашаётган поезднинг тоифасини аниқлаган ҳолда бошқариладиган кесишмани автоматик сигналлаштириш тизимининг ишончлилик кўрсаткичларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида қўриқланадиган ва қўриқланмайдиган темир йўл кесишмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида қўриқланадиган ва қўриқланмайдиган темир йўл кесишмаларининг автоматик сигналлаштириш тизими олинган.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотлар жараёнида графлар назариясининг Петри тармоқларидан фойдаланиш орқали математик моделлаштириш, Марков занжири, Крамер ва Лаплас ўзгартириш усулларида ҳамда тажрибавий тадқиқотлардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

темир йўл кесишмасига яқинлашаётган поезднинг тоифаси ва координатасидан келиб чиққан ҳолда, кесишмани бошқариш ва назорат қилишнинг автоматик сигналлаштириш усули такомиллаштирилган;

кесишманиннг автоматик сигналлаштириш тизимини ишга тушириш вақти ва унинг яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш усули турли тоифадаги поездларни ҳисобга олган ҳолда, асосланган;

ҳаракатдаги поезд машинистига кесишманинг жорий ҳолати ҳақидаги маълумотни ва кесишмага автоматик сигналлаштириш тизимини ишга тушириш буйруғини симсиз узатиш усули ишлаб чиқилган;

энергия тежамкор ва ҳалақитбардош технологиялар асосида кесишмага яқинлашаётган локомотивнинг борт қурилмалари билан кесишманинг автоматик сигналлаштириш тизимларини боғловчи микропроцессорли бошқарув усули яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

кесишмага яқинлашиб келаётган поезднинг тоифаси ва унинг техник тавсифларини аниқлаш учун замонавий микроэлектрон элементларни қўллаган ҳолда локомотив борт қурилмаси ишлаб чиқилган;

темир йўл кесишмасининг ҳолатини ҳаракатдаги локомотивга узатувчи микропроцессорли бошқариш ва назорат қилиш қурилмаси дастурланадиган мантикий контроллерлар асосида такомиллаштирилган;

кесишманинг ҳолатини локомотив кабинасидан туриб назорат қилиш қурилмаси ҳамда уни кесишмани автоматик сигналлаштириш тизими билан ўзаро радиоалоқа канали орқали боғлаш учун дастурий таъминотлари яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий усуллар ва олиб борилган тажрибавий тадқиқотлар таҳлили ва яратилган техник ечимлар, шунингдек лаборатория ва эксплуатация қилиш шароитида синовдан ўтказиш натижаларига мувофиқлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти темир йўл кесишмаларига яқинлашаётган поезд ҳақида яқинлашиш хабарини узатиш вақтини, яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш ва автотранспорт воситалари ҳаракати учун кесишманинг ёпилиши ҳамда очилишини унга яқинлашаётган поезднинг тезлиги, тезланиши ва тормоз тавсифларидан келиб чиққан ҳолда бошқариш усулларини ривожлантирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти локомотив тезлиги, босиб ўтган йўлининг узунлиги ва тормоз тавсифларини аниқловчи қурилма, поезднинг техник тавсифлари ҳақида маълумотларни киритиш интерфейси ҳамда киритилган, аниқланган маълумотларни қайта ишлаш орқали темир йўл кесишмасига радиоалоқа ёрдамида маълумотларни узатиш, қабул қилиш, бошқариш ва назорат қилиш қурилмаларни микропроцессорли технологияларни қўллаш асосида яратиш билан изоҳланади. Шунингдек, ишлаб чиқилган қурилмаларни темир йўл кесишмаларида жорий қилиш, келтирилган математик ҳисоб-китоблар орқали автоматик сигналлаштириш тизимларининг самарадорлигини ошириш ҳисобига, кесишмаларда поездлар ва автотранспорт воситаларининг ҳаракат хавфсизлигини яхшилашга эришилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимини такомиллаштириш бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари асосида:

темир йўл кесишмасини яқинлашиб келаётган поезднинг тоифасидан келиб чиқиб бошқариш тизимининг локомотив борт қурилмаси “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Ўзбекистон” локомотив депосидаги 7-цеҳига жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлигининг 2023 йил 6 ноябрдаги №4/Е1094-сон маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқилган қурилма асосида темир йўл кесишмаларида автотранспорт ва темир йўл транспорти воситалари тўқнашиб кетишининг олдини олиш орқали локомотивлар, автоматика ва телемеханика қурилмаларини таъмирлаш, ҳамда поездларнинг ҳаракат жадвалидан чиқиб кетиши сабабли етказиладиган зарарларни 20% га камайтириш имкони яратилган;

темир йўл кесишмасини яқинлашиб келаётган поезднинг тоифасидан келиб чиқиб бошқариш тизимининг қурилмаси “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ, “Тошкент сигналлаштириш ва алоқа масофаси”даги темир йўл кесишмаларида автоматик сигналлаштириш тизимларига жорий қилинган. (Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлигининг 2023 йил 6 ноябрдаги №4/Е1094 маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқилган қурилма асосида темир йўл кесишмаларида автотранспорт воситаларининг ёпиқ кесишма олдида туриб қолиш вақти 2 баробар камайтирилган.

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

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола ва чет эл журналларида 2 та мақола, халқаро ва республика конференциялари тўпламларида 4 та, шундан Scopus базасида 2 та мақола, ҳамда Ўзбекистон Республикаси Адлия вазирлиги ҳузуридаги Интеллектуал мулк агентлигидан 4 та ЭХМ дастурлари учун гувоҳномалар олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 119 бетни ташкил этади.

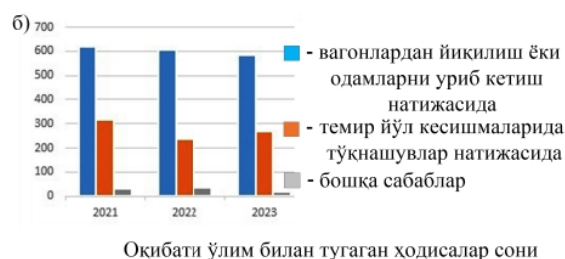
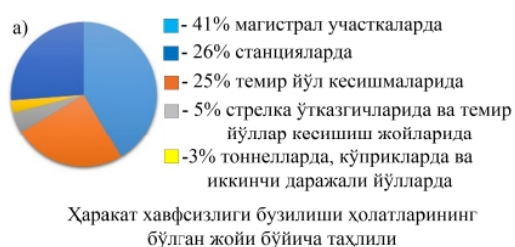
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланиб, тадқиқотларнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги тақдим этилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари асосланганлиги, олинган натижаларнинг амалиётда қўлланилганлиги, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича барча маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **“Темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимларининг замонавий ҳолати”** деб номланган биринчи бобида темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигининг

бузилиш ҳолатлари таҳлил қилинган, шу билан бир қаторда жаҳондаги ва маҳаллий темир йўл кесишмасининг тўсиш қурилмалари ҳамда замонавий ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш жараёнлари, шунингдек бошқариш тизимлари ўрганилган.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасига кўра, поездларнинг турли тўсиқлар билан тўқнашиш ҳолатларининг 17,8% темир йўл кесишмаларидаги авария ва тўқнашувлар оқибатида юз бергани ва тўқнашувлар натижасида одамлар ҳалок бўлиш ҳолатларининг 31% темир йўл кесишмаларида рўй бергани маълум бўлди. Ҳаракат хавфсизлиги бузилиш ҳолатларининг 25% темир йўл кесишмаларига тўғри келади (1-расм). Автотранспорт воситаларининг ёпиқ темир йўл кесишмалари олдида тўхтаб қолиш умумий вақти (кесишма жойлашган участкадаги поездлар ҳаракати жадаллигидан келиб чиқиб) бир кунда ўртача 4-7 соатни ташкил этиши аниқланган.



1-расм. Темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигининг бузилиш ҳолатлари

Поездлар ва автотранспорт воситалари ўртасидаги тўқнашувларнинг асосий оқибатлари автомобил ҳайдовчиларининг йўл ҳаракати қоидаларига риоя қилмаслиги, ҳамда кўп йиллардан буён кесишмани автоматик сигналлаштириш (КАС) тизимларининг маънавий жиҳатдан эскирган элементлардан фойдаланилганлиги, шунингдек ўта юқори тезликдаги поездлар ҳаракатини ташкил қилиш қурилмаларининг мавжуд эмаслиги сабабли юз берган.

Кесишма бўйлаб бир вақтнинг ўзида оддий, юқори ва ўта юқори тезликдаги поездлар ҳаракатини ташкил этиш, кесишмада фавқулодда вазиятлар ҳақида поезд машинистини масофадан туриб ўз вақтида хабардор қилиш ва шу каби огоҳлантиришлар мавжуд КАС тизимларда инobatга олинмаган. Шу каби муаммони бартараф қилиш усулларида бири, автомобил ва темир йўл кесишмаларида кўприклар қуриш ёки поездлар ҳаракатини эстакадали темир йўлларда ташкил қилиш мумкин, лекин уларни қуриш, ишлатиш ва хизмат қўрсатиш жараёнлари сарф-харажатнинг ошишига олиб келади. Кесишмага яқинлашаётган поезднинг тоифасидан ва техник тавсифларидан келиб чиққан ҳолда, кесишмани бошқариш ва фавқулодда вазиятлар ҳақида локомотив машинистини ўз вақтида огоҳлантириш имконини берувчи замонавий рақамли қурилмалар ёрдамида КАС тизимларини такомиллаштириш зарур ҳисобланади.

Кесишмани замонавий қурилмалар билан бошқариш ва назорат қилиш бўйича дунёнинг бир қанча етук олимлари, илмий-тадқиқот институтлари ва

корхоналар ўзларининг илмий-амалий ишларини олиб бормоқда. Улар томонидан яратилган усулларда асосан релс занжирларини шунтлаш режимда таъминот охиридаги ток кучи ва кучланишнинг ўзгариши эвазига поезднинг тезлигини аниқлаш орқали кесишманинг ёпилиш вақти ҳисобланган. Улардаги камчиликларидан бири балласт қаршилиги кичик бўлган участкаларда қўллаш имкониятининг мавжуд эмаслиги, жумладан қаршилигининг мавсумий ўзгаришларининг ҳисобига хатоликларни ошишига олиб келади, шунингдек ушбу усулларда поезднинг ҳақиқий тормоз йўли узунлиги ҳисобга олинмаган. Кесишмаларда ҳаракат хавфсизлигини юқорида даражада таъминлашда кўшимча ўрнатилган қурилмалар сонининг кўпайиши эвазига энергия сарфининг ошишига, янги турдаги тизимларга хизмат кўрсатиш жараёнининг қийинлашишига, уларнинг мавжудлари билан интеграциялашда бир қанча ноқулайликларни туғдиради ва таннархининг ўсишига олиб келади.

Олиб борилган таҳлиллар натижасида, темир йўл кесишмаларида поездлар ва автотранспорт воситаларининг тўқнашувининг олдини олиш ҳамда ёпиқ кесишма олдида автомобилларнинг тўхтаб қолиш вақтини камайтириш учун мавжуд локомотив борт қурилмалари билан кесишма қурилмаларини интеграциялаш асосида, яқинлашиб келаётган поезднинг техник тавсифларидан келиб чиққан ҳолда, кесишмани бошқариш, фавқулодда вазиятлар ҳақида локомотив машинистини радиоалоқа канали орқали ўз вақтида огоҳлантириш усулларини ишлаб чиқиш каби вазифаларни бажариш лозим ҳисобланади.

“Темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш алгоритмлари ва усулларини яратиш” деб номланган иккинчи бобида темир йўл кесишмаларига яқинлашиб келаётган поезднинг техник тавсифларини аниқлаш ва унга асосан яқинлашиш хабарининг вақтини белгилаш ҳамда яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш, кесишманинг ёпилишини кечиктириш вақтини аниқлаш алгоритмлари ва усуллари ишлаб чиқилган.

Мавжуд КАС тизимларида кесишмага яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблашда, поездларнинг участкадаги энг юқори тезлиги ҳисобга олинган, лекин поезднинг тезланиши, ҳақиқий тезлиги ва унинг тормоз йўлини узунлиги ҳисобга олинмаган. Бу эса паст тезликли ҳаракатдаги поездлар яқинлашганда кесишманинг узоқ вақт ёпилиб туришига ва тормоз йўли узунлиги ҳисобга олинмаслиги кесишмада фавқулодда вазиятларда поездларнинг кесишма чегарасигача тўхтаб улгурмаслигига сабаб бўлади.

Ишлаб чиқилган усулда темир йўл кесишмасига жуфт ва тоқ йўналишлар бўйича яқинлашиш участкаси узунлигининг (S) энг максимал қиймати олинган (1) ва (2) ифодаларда келтирилган:

$$S = S_m + S_{\bar{e}}(v, t_{\bar{e}}) + S_{mек}(v, t_{mек}) + S_a(v, t_a), \quad (1)$$

$$S = S_m + 0.278v(t_{\bar{e}} + t_{mек} + t_a), \quad (2)$$

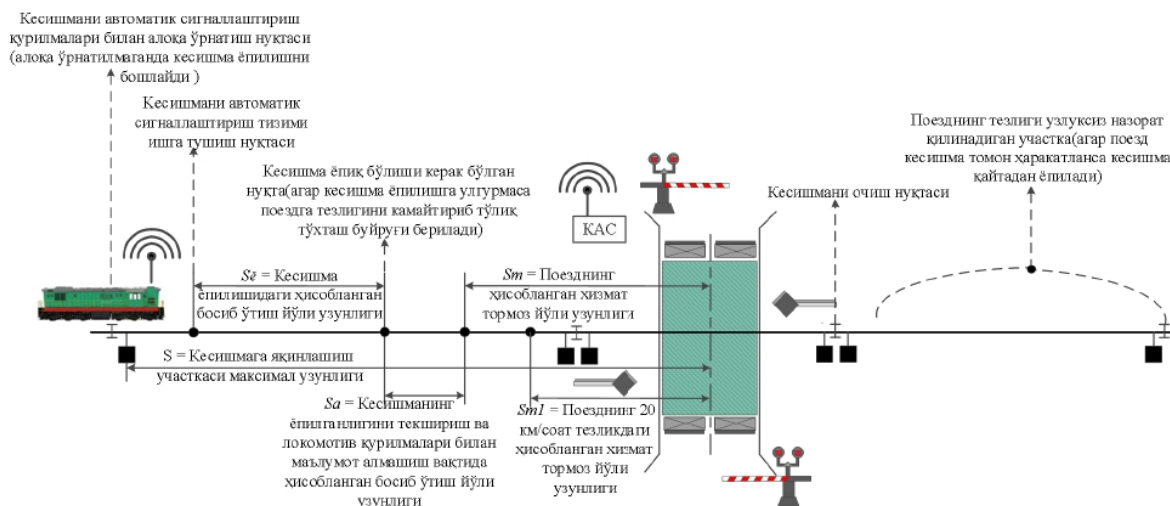
бунда: $t_{\bar{e}}$ – кесишманинг ёпилиш вақти; $t_{mек}$ – кесишма ҳудудида автотранспорт воситалари йўқлигини текширишга кетган вақт; t_a – кесишма ва локомотив қурилмалари ўртасида маълумотлар алмашилиш вақти; $S_{\bar{e}}$, $S_{mек}$, S_a – юқорида келтирилган вақтларга мос равишда поезднинг босиб ўтган йўли.

Бунда, S_m поезднинг ҳақиқий тормоз йўлининг узунлиги бўлиб, у қуйидагича ҳисобланган:

$$S_t = 0.278v_0 t_{mm} + \frac{500(v^2 - v_0^2)}{\zeta w_{ox} + w_c + 1000\vartheta_p \varphi_{kp}}, \quad (3)$$

бунда: ζ – айланаётган масса инерциясининг коэффиценти; φ_{kp} – тормоз колодкасининг ғилдирак бандажига ишқаланишининг ҳисобланган коэффиценти; ϑ_p – ҳисобланган тормозланиш коэффиценти; w_{ox} – ҳаракатга нисбатан солиштира қаршилик кучи; w_c – қияликларда ва эгри участкаларда ҳаракатга нисбатан солиштира қаршилик кучи; v – тормозланиш бошлангандаги тезлик; v_0 – тормозланиш охиридаги тезлик; t_{mm} – локомотив қурилмаларини тормозланиш жараёнига тайёрлашга кетган вақт.

Поезд яқинлашиш участкасига кириши билан локомотив ва кесишма қурилмалари ўртасида радиоалоқа орқали маълумотлар алмашуви ўрнатилади. Шунингдек, радиоалоқа ўрнатилмаган ҳолда, кесишмани тўсиш қурилмалари одатдаги каби тарзда ишга тушади. Ҳар бир кесишма идентификация рақами (ID) билан белгиланиб, радиоалоқа ўрнатилганидан кейин кесишма қурилмаларидан локомотив қурилмаларига кесишмани ёпиш вақти ($t_{\bar{e}}$), кесишма яқинлашиш участкаси узунлиги (S) ва кесишма жойлашган ҳудуд профили (нишаблиги) ҳақидаги маълумотлар узатилади. Маълумотлар кесишмадаги қурилмалар хотирасига киритилган бўлади. Локомотив қурилмалари маълумотларни қабул қилгач, локомотивнинг тезлиги ва бошқа тормоз тавсифларини белгиловчи катталиқлар асосида поезднинг тормоз йўли узунлигини (S_m) ва кесишма яқинлашиш участкасига кирганидан кейин босиб ўтган йўли узунлигини (S_{δ}) узлуксиз ҳисоблайди (2-расм).



2-расм. Ишлаб чиқилган усулнинг йўл координатлари бўйича ишлаш схемаси

Қайси пайт $S - S_{\delta} = S_m + 0.278v(t_a + t_{\bar{e}} + t_{mex})$ шарт бажарилса, локомотив қурилмаларидан кесишмани “ёпиш” тўғрисидаги буйруқ узатилади. $S - S_{\delta} = S_m + 0.278v(t_a + t_{mex})$ шарт бажарилгач, кесишманинг ёпилганлиги ва поезд ҳаракатига хавф туғдириши мумкин бўлган тўсиқ бор-йўқлиги

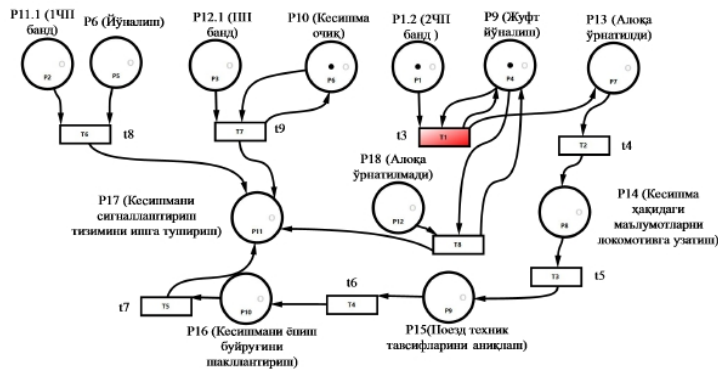
текширилади. Агар ҳеч қандай хавф бўлмаса, поезд белгиланган тезликда ҳаракатни давом этиши мумкин бўлиб, акс ҳолда (t_a) босиб ўтилган йўлдан сўнг $S - S_\phi = S_m$ шарт бажарилса, кесимма қурилмалари билан локомотив қурилмалари кесимманинг жорий ҳолати ҳақида маълумотларни алмашиш вақтида поезд тезлигини 20 км/соатга камайтириш буйруғи берилади. Поезд тезлигини камайтирган ҳолда кесиммага яқинлашади. Ана шунда $S - S_\phi = S_{m1}$ (S_{m1} – поезднинг 20 км/соат тезликдаги тормоз йўли узунлиги) шarti бажарилганида, кесиммада поезд ҳаракати учун хавф соладиган тўсиқ мавжуд бўлмаса, ҳамда кесимманинг ёпиқ ҳолатида поезд тезлигини оширган ҳолда ҳаракатланади. Акс ҳолда поезд машинистига кесимма чегарасигача бўлган масофада тўхташ буйруғи берилади. Шунингдек узоқлашиш участкасида эса, поезднинг тезлиги, йўналиши ва унинг ҳаракати радиоалоқа канали орқали тўлиқ назорат қилинади.

Ишлаб чиқилган усулнинг КАС бошқариш ва назорат қурилмалари ҳамда унинг дастурий таъминотларини ишончлилик кўрсаткичларини ошириш, юзага келиши мумкин бўлган хатоликларни аниқлаш ва темир йўл ҳаракат хавфсизлиги шартларига асосан бартараф этиш учун уларнинг математик моделини яратиш талаб этилади.

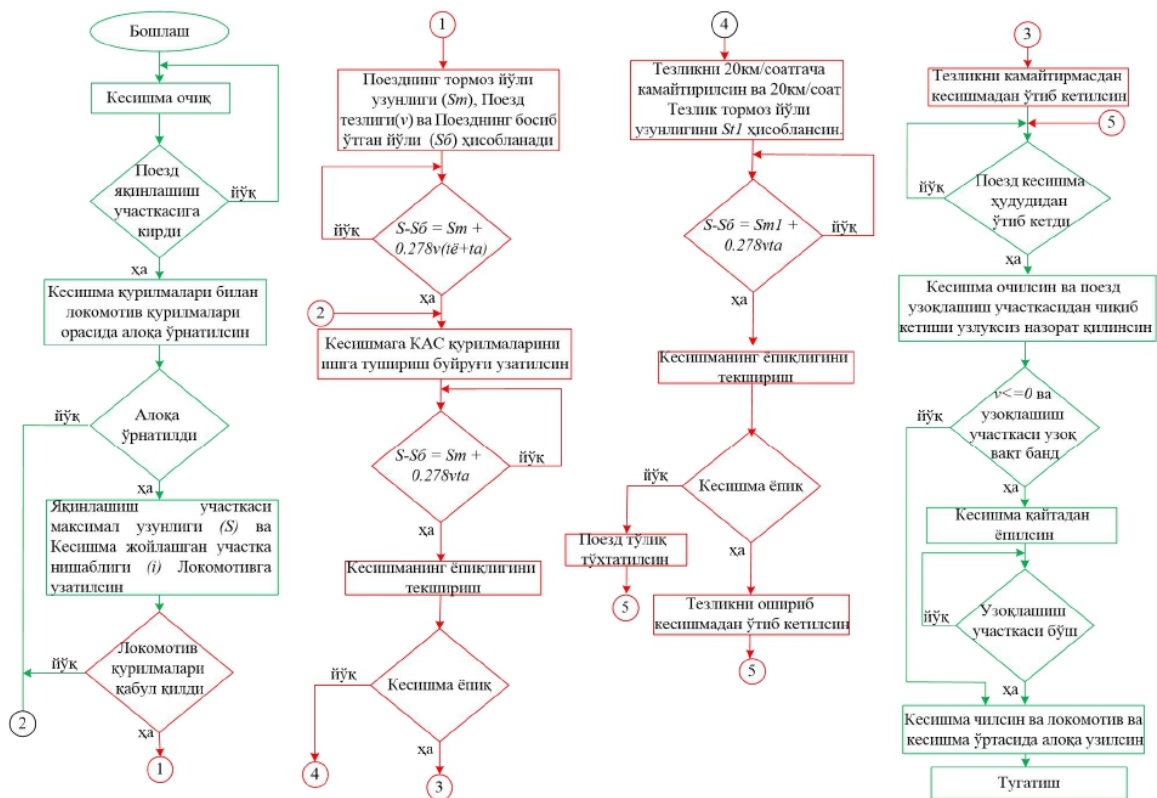
Диссертациянинг **“Темир йўл кесиммаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимларининг математик моделларини яратиш”** деб номланган учинчи бобида Петри тармоқлари назарияси асосида темир йўл кесиммаси участкасига поезд яқинлашганида кесимманинг ёпилиши ва поезд ўтганидан кейин унинг очилиши, шунингдек кесиммадан узоқлашиш участкасида белгиланган вақтдан ортиқ қолиб кетганида, кесиммани қайта ёпиш ҳамда уни маҳаллий бошқариш ва назорат қилиш математик моделлари яратилган. Бундан ташқари MATLAB Simulink дастурида тизимнинг ишлаши моделлаштирилган. Кесиммага яқинлашаётган поезднинг тезлиги, тезланиши, тоифаси ва техник тавсифларини инобатга олган ҳолда, КАС тизимининг ишлаш алгоритми яратилган.

Поезд жуфт йўналишдан кесимманинг 2ЧП яқинлашиш участкасини банд қилганида ва жуфт йўналишга ўрнатилганида (3-расм), t_3 шарт бажарилади, яъни $I(t_3) = \{P_{1,2}, P_9\}$ бўлади, ҳамда $O(t_3) = \{P_{13}\}$ тенглаштирилади. P_{13} локомотив қурилмалари билан алоқа ўрнатилганидан сўнг t_4 шарт бажарилади, $I(t_4) = \{P_{13}\}$ ва $O(t_4) = \{P_{14}\}$ чиқиш фаоллашади. P_{14} кесимманинг яқинлашиш участкаси узунлиги ва кесимманинг ёпилиш вақти ҳақидаги маълумотлар локомотивга узатилади, $I(t_5) = \{P_{14}\}$ ҳамда $O(t_5) = \{P_{15}\}$ чиқишга эга бўлади. P_{15} яқинлашиб келаётган поезднинг тезлиги ва тормоз йўли узунлиги аниқланади ва t_6 шарт бажарилади, $I(t_6) = \{P_{15}\}$, $O(t_6) = \{P_{16}\}$ тенг бўлади. P_{16} ҳисобланган маълумотлар асосида КАС қурилмаларини ишга тушириш буйруғи шакллантирилади, яъни $I(t_7) = \{P_{16}\}$, $O(t_7) = \{P_{17}\}$ тенг бўлади. P_{17} КАС тизимини ишга тушириш буйруғи кесимма қурилмаларига узатилади. Тизимнинг ишлаши учун 2ЧП участкасидан поезднинг яқинлашиши ҳақидаги олинган маълумот ишончли ва кафолатланган бўлиши керак. Бирор носозлик сабабли 2ЧП дан маълумот олинмаган ҳолда ҳам КАС тизими ишга тушади ва поезд кесимма ҳудудига

кириши билан кесимма автотранспорт воситалари ҳаракати учун ёпилади. Поезд 2ЧП участкасини банд қилганлиги тўғрисида маълумот тасдиқланмай, локомотив билан алоқа ўрнатилмаса, КАС тизими 1ЧП участкаси банд бўлганида ишга тушади, яъни $I(t_8) = \{P_{11,1}, P_6\}$, $O(t_8) = \{P_{17}\}$ тенг бўлади. Ишлаб чиқилган кесимма ёпилишининг Петри тармоқларидаги модели 3-расмда келтирилган. Ушбу модел асосида КАС тизимининг ишлаш алгоритми яратилган ва 4-расмда кўрсатилган.



3-расм. Кесимма ёпилишининг Петри тармоқлари асосидаги модели



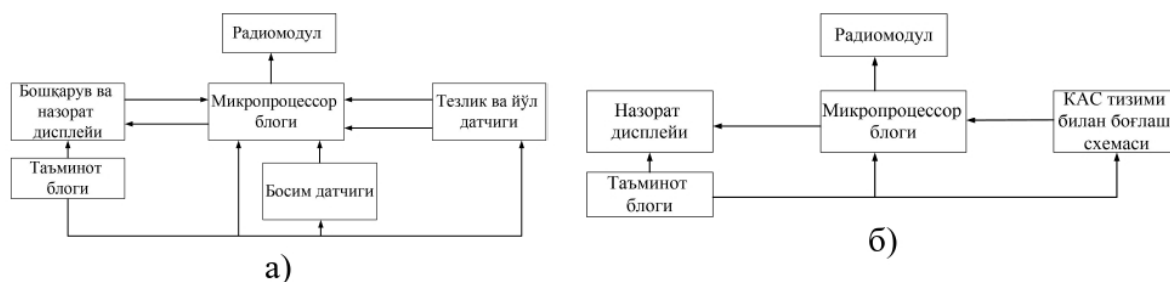
4-расм. КАС тизимининг ишлаш алгоритми

Петри тармоқларида ишлаб чиқилган моделга асосланиб, КАС тизимининг дастурий таъминотини яратиш ва тизимни бошқариш ҳамда назорат қилиш унинг ишончлилиги ортишига имкон яратади.

“Темир йўл кесиммаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимини ишлаб чиқиш ва қўллаш” деб номланган тўртинчи

бобда яқинлашаётган поезднинг тоифасига биноан темир йўл кесишмасини бошқариш ва назорат қилиш тизимидаги локомотив борт ҳамда кесишма қурилмаларининг тузилмавий схемалари ишлаб чиқилган бўлиб, уларни ишлаб чиқаришга татбиқ этиш орқали амалий натижалар олинган. Шу жумладан, қурилмаларнинг ишончлилиқ кўрсаткичлари ва уларнинг иқтисодий самарадорлиги ҳисобланган.

Ишлаб чиқилган КАС тизими икки қисмга бўлинади: локомотив борт қурилмаси ва кесишма қурилмаси. Локомотив борт қурилмасининг блоклари қуйида 5 а)-расмда ва кесишма қурилмасининг блоклари 5 б)-расмда келтирилган.



5-расм. Локомотив борт ва кесишма қурилмаларининг тузилмавий схемаси

Тезликни аниқлаш модули ёрдамида поезднинг тезлиги ва босиб ўтган йўли аниқланган ва унинг модулининг электр схемаси б а)-расмда келтирилган. Модулнинг тезлик ва йўл датчигидан BBD-1 ва BBD-2 киришлари орқали олинган маълумотлар микроконтроллерга (МК) узатилади. ТМ ва ТМ BBD датчикнинг таъминот киришлари бўлиб, МК қабул қилинган маълумотларни қайта ишлайди ва поезд тезлиги ҳамда босиб ўтган йўлини қуйидаги формула орқали ҳисоблайди:

$$v = \frac{N \pi D}{t n}, \quad (4)$$

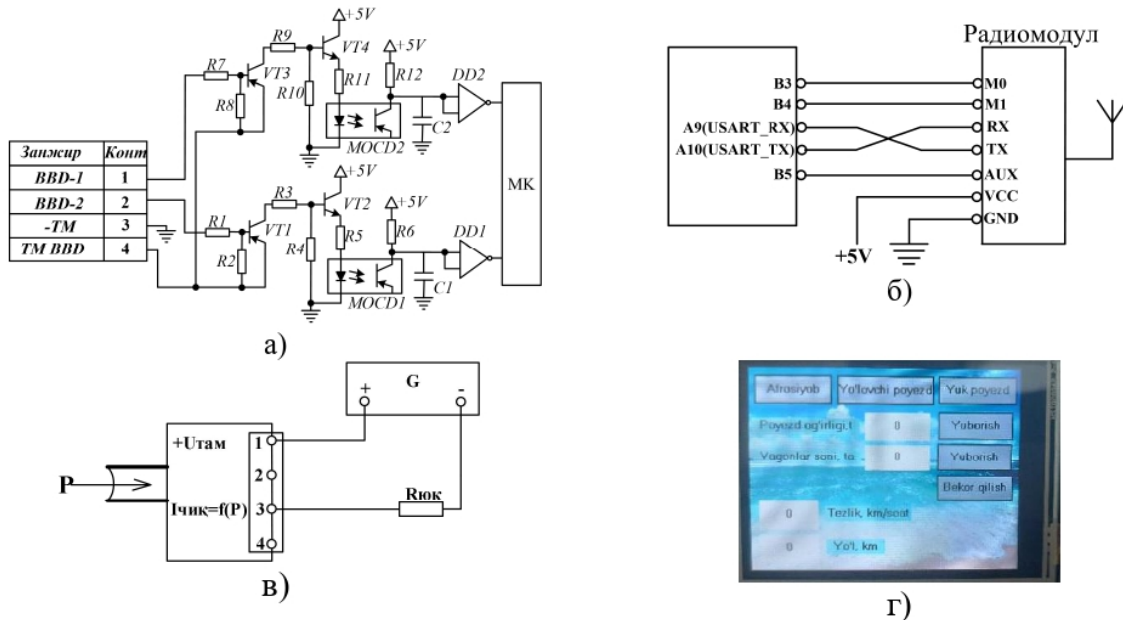
бу ерда: v – поезд тезлиги; N – t вақтдаги импульслар сони; D – ғилдирак ўқининг диаметри; n – датчикнинг бир айланишидаги импульслар сони.

Локомотив борт қурилмаларидан темир йўл кесишмасига маълумотларни узатишда радиоалоқа каналдан фойдаланилган ва радиомодулнинг уланиш схемаси б б)-расмда келтирилган. Бу ерда М0 ва М1 радиомодул ишлаш режимини белгилаб беради. RX, TX чиқишлари микроконтроллер МК билан UART протоколи орқали маълумотлар алмашади. AUX чиқиши қабул қилиш ва узатиш буферини ва ўзини ўзи текшириш сифатида ишлатилади.

Поезд тормоз йўлининг узунлигини аниқлашда, унинг самарали тормоз коэффициентини ҳисоблаш учун босим датчикларидан фойдаланилган. Босим датчиклари локомотив тормоз магистралдаги сиқилган ҳаво босимини ўлчайди ва унинг модул схемаси б в)-расмда кўрсатилган.

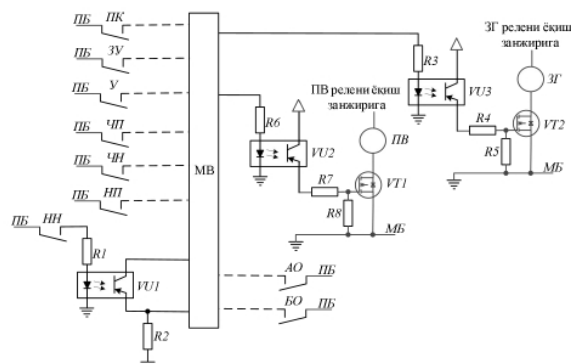
Поезд тезлиги, поезднинг босиб ўтган йўли, кесишманинг ҳолати каби маълумотлар ишлаб чиқилган қурилманинг локомотив бошқариш ва назорат экранда кўрсатилади ва унинг ташқи кўриниши б г)-расмда келтирилган. Шунингдек, поезд тормоз йўлининг узунлигини аниқ ҳисоблаш учун бошқариш

ва назорат қурилмасига маълумот, яъни поезд тоифасидан келиб чиқиб юк поезда ёки йўловчи поезд, йўловчи поездларда эса, оддий ҳаракатдаги, юқори тезликдаги ва ўта юқори тезликдаги поезд, поезд оғирлиги, локомотивнинг тортиш кучи, тормоз колодкасининг ишқаланиш коэффициенти ва вагонлар сони ҳақидаги маълумотлар киритилади.



6-расм. Локомотив борт қурилмаси схемаси

КАС тизимини бошқариш модули локомотив қурилмаларидан кесилшмани ёпиш тўғрисидаги буйруқни қабул қилгач, кесилшманинг тўсиш қурилмаларини ишга тушириш (ПВ) релесини, кесилшмада фавқулодда ҳолат юз берганида эса, тўсиш светофорининг (ЗГ) релесини бошқаради ва кесилшма ҳолатини назорат қилишда бошқа релелардан ҳам маълумотлар олиб, шундан сўнг кесилшманинг ҳолати ҳақида поезд машинистига маълумот узатади. КАС тизимининг қурилмалар билан ўзаро боғланиш схемаси 7-расмда кўрсатилган.



7-расм. КАС тизимининг қурилмалар билан ўзаро боғланиш схемаси

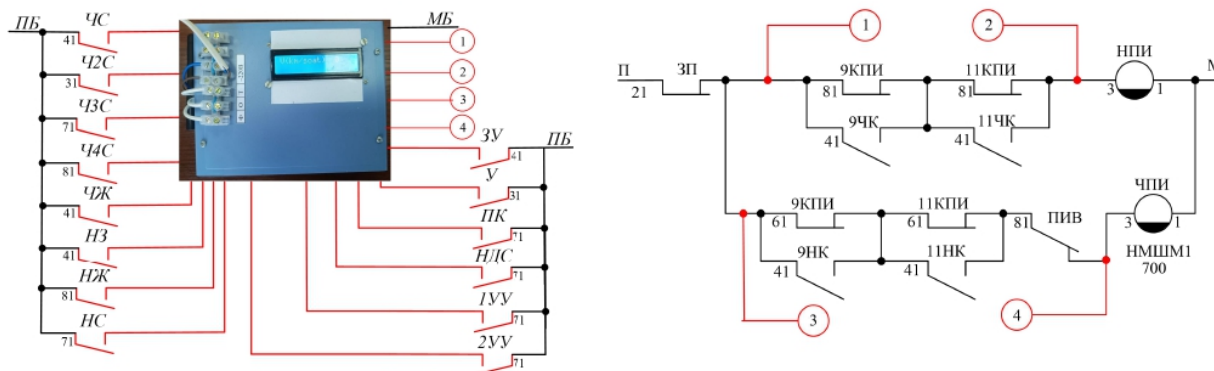


8-расм. Локомотив борт қурилмаси уланиш схемаси

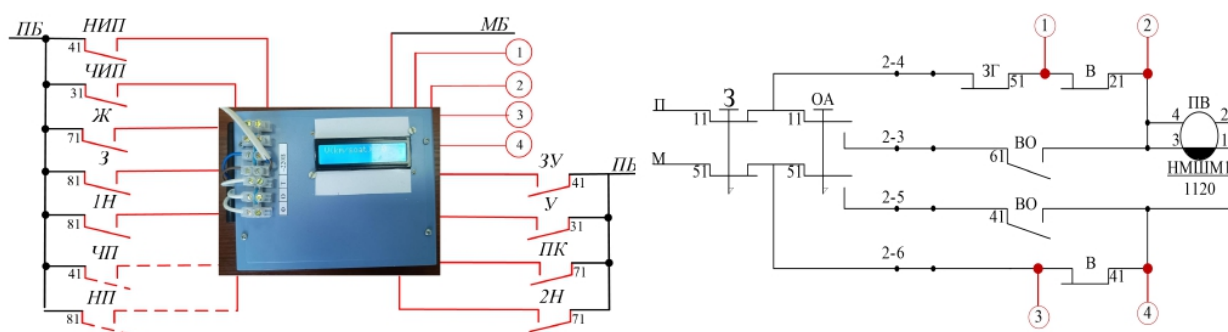
Ишлаб чиқилган локомотив борт қурилмаси “Ўзбекистон” локомотив депосининг №7-цеҳида лаборатория стендида текширилган ва “Ўзбекистон”

электровозининг машинист кабинасида синовдан ўтказилган. Қурилманинг тезлик ва босимни аниқлаш датчиклари билан уланган схемаси ҳамда уларнинг ташқи кўриниши 8-расмда кўрсатилган.

Ишлаб чиқилган қурилманинг кесимма қисми “Тошкент сигналлаштириш ва алоқа масофаси” Нурхаёт станциясининг темир йўл кесиммасига татбиқ қилинган. Яратилган қурилманинг станцияда жойлашган темир йўл кесиммаси қурилмалари билан уланиш схемаси 9-расмда ва перегондаги темир кесиммаси қурилмалари билан уланиш схемаси 10-расмда келтирилган.



9-расм. Станция ҳудудида жойлашган кесиммалар учун қурилманинг КАС тизимига уланиш схемаси



10-расм. Перегонда жойлашган кесиммалар учун қурилманинг КАС тизимига уланиш схемаси

Нурхаёт станцияси ҳудудидаги кесимманинг ёпилишида яқинлашаётган поезд тоифасидан келиб чиқиб, бошқариш жуфт томондан тўхтамасдан ўтиш маршрутида ва тоқ томондан қабул қилиш маршрутида кўзда тутилган. Ишлаб чиқилган КАС тизимининг ишлаш алгоритми станциядан поездларни жўнатиш маршрути ўрнатилганда ва маневр ишларида мавжуд одатий тартибда амалга оширилади.

Ишлаб чиқилган қурилма темир йўл кесиммаларида амалда синовдан ўтказилган, шунингдек яқинлашаётган поезд тезлиги ва кесимманинг ёпилиш вақтлари таҳлил қилинган ҳамда мавжуд усулдаги кесимманинг ёпилиш вақтлари билан қиёсланган. КАС тизимида поезднинг кесиммага яқинлашиш вақтининг тезликка боғлиқлик графиги 11-расмда кўрсатилган.



11-расм. КАС тизимида поездни кесишмага яқинлашиш вақтининг тезликка боғлиқлик графиги

Темир йўлда автоматика ва телемеханика қурилмаларига қўйилган талаблар асосида КАС тизимининг қурилмалари захираланган ва тизимнинг қайта тикланиш имконини яратиш учун ишончлилик кўрсаткичлари ҳисобланган. Ишончлилик кўрсаткичлари локомотив борт қурилмалари (5) ва кесишма қурилмалари (6) учун Марков занжири ва Лаплас ўзгартиргичларидан фойдаланилган ҳолда қуйидаги ифодаларда аниқланган:

$$P_{l,2}(t) = 1 - (1 - P_{l,1}(t))^2 = 2 P_{l,1}(t) - P_{l,1}^2(t) = 2e^{-51,23 \cdot 10^{-6} t} - e^{-102,46 \cdot 10^{-6} t}, \quad (5)$$

$$P_{k,2}(t) = 2 e^{-32,25 \cdot 10^{-6} t} - e^{-64,5 \cdot 10^{-6} t}. \quad (6)$$

Локомотив борт (7) ва кесишма қурилмалари (8) носозликка учрашининг эҳтимолӣ вақтлари (T) қуйидаги ифодаларда ҳисобланган:

$$T_l = \int_0^{\infty} (2e^{-51,23 \cdot 10^{-6} t} - e^{-102,46 \cdot 10^{-6} t}) dt = 29300 \text{ соат} = 3 \text{ йил } 5 \text{ ой}, \quad (7)$$

$$T_k = 46600 \text{ соат} = 5 \text{ йил } 4 \text{ ой}. \quad (8)$$

Яратилган КАС тизими темир йўл кесишларида ҳаракат таркибини ишончли ва мунтазам бошқаришга ва назорат қилишга, радиоалоқа орқали кесишманиннг жорий ҳолати бўйича машинистга маълумот бериш ҳамда кесишмаларда автотранспорт воситаларини кутиш вақтларини камайтириш имконини беради.

ХУЛОСА

Темир йўл кесишмаларида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимини такомиллаштириш бўйича илмий-амалий тадқиқот ва таҳлилий натижалар юзасидан қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Поезднинг тоифасини инобатга олган ҳолда кесишма автоматик сигналлаштириш тизимининг замонавий ҳолати ва муаммолари тадқиқ қилинган. Натижада замонавий тизимларда яқинлашаётган поезднинг тоифасидан келиб чиққан ҳолда кесишманиннг автоматик сигналлаштириш тизимини ишлаб чиқишдаги муаммолар етарлича ўрганилмаганлиги аниқланган.

2. Кесишмага яқинлашаётган поезднинг тоифасидан келиб чиққан ҳолда кесишмани автоматик сигналлаштириш усулининг математик моделини яратиш асосида темир йўл транспортида поездлар ҳаракат хавфсизлиги таъминлаш

даражаси оширилган. Натижада қурилманинг ишончли ва хатосиз ишлашини таъминлаш, поезднинг тоифасидан келиб чиқиб кесиманинг автоматик сигналлаштириш тизимини бошқариш жараёнини текшириш ва бажарилиши талаб этиладиган шартларни инобатга олиш имконияти яратилган.

3. Темир йўл кесимасининг автоматик сигналлаштириш тизимини ишга тушириш вақтини ва унинг яқинлашиш участкаси узунлигини ҳисоблаш усули турли тоифадаги поездларни инобатга олган ҳолда такомиллаштирилган. Натижада кесимма автоматик сигналлаштириш тизимининг ишга тушиш вақти поезд тоифаси ва техник тавсифларига мос равишда қисқарган, ёпиқ кесимма олдида автотранспорт воситаларининг тўхтаб қолиш вақти 2 баробар қисқарган.

4. Яқинлашиб келаётган поездга кесиманинг ҳолати ва ундаги фавқулодда вазиятлар ҳақидаги маълумотларни ҳамда автоматик сигналлаштириш тизимини ишга тушириш буйруғини симсиз радиоалоқа канали орқали узатиш усулининг алгоритми яратилган. Натижада радиоалоқа канали орқали кесиманинг ҳолати ва ундаги фавқулодда вазиятлар ҳақида локомотив борт қурилмаларига маълумотлар узатилиб, ташиш жараёнини янада хавфсиз ва тезкор ташкил этиш имконияти яратилган.

5. Кесиммага яқинлашаётган поезднинг тоифасини аниқлаган ҳолда бошқариладиган кесимани автоматик сигналлаштириш тизимининг ишончлилик кўрсаткичлари Марков занжири ва Лаплас ўзгартиргич қонунларини қўллаган ҳолда ишлаб чиқилган. Натижада поезд тоифасидан келиб чиқиб, бошқариладиган кесимани автоматик сигналлаштириш тизимининг қурилмаларини захиралаш орқали ишончлилик кўрсаткичлари 1,5 баробарга оширилган.

6. Кесиммага яқинлашиб келаётган поезднинг тоифаси ва унинг техник тавсифларини аниқлаш учун замонавий рақамли элементларни қўллаган ҳолда локомотив борт қурилмаси, кесимани автоматик сигналлаштириш тизимини бошқарадиган ва назорат қиладиган ҳамда локомотив билан симсиз радиоалоқа канали орқали маълумотлар алмашадиган қурилмалар ва уларнинг дастурий таъминотлари ишлаб чиқилган. Натижада поезднинг тоифасидан келиб чиққан ҳолда кесимани автоматик сигналлаштириш тизимини бошқарадиган ва кесиманинг ҳолатига доир маълумотни радиоалоқа канали орқали локомотивга автоматик тарзда узатадиган микропроцессорли, энергиятежамкор ва тезкор тизим ишлаб чиқилган.

7. Тадқиқот натижалари “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Тошкент сигналлаштириш ва алоқа” дистанциясига ва “Ўзбекистон” локомотив депосига жорий этилган. Натижада кесималарнинг узоқ вақт ёпилиб туриши натижасида автотранспорт воситаларининг тирбандлиги ва поездлар билан тўқнашиб кетиши ҳодисаларнинг олди олинган, шунингдек темир йўл кесималарида ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимини такомиллаштириш асосида умумий иқтисодий самарадорлик 535,5 млн. сўмни ташкил этган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.15/31.08.2022.Т.73.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТРАНСПОРТНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

РАХМОНОВ БОБОМУРОД БАХТИЁРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ
ПЕРЕЕЗДАХ**

05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за №B2023.3. PhD/T3997.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tstu.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Курбанов Жанибек Файзуллаевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Хаджимухаметова Матлуба Адиловна
доктор технических наук, профессор

Уроков Олимжон Хикматуллоевич
доктор философии по техническим наукам

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится «29» апреля 2024 г. в 15⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.15/31.08.2022.T.73.01 при Ташкентском государственном транспортном университете. Адрес: 100167, Ташкент, Темирюлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Ташкентском государственном транспортном университете (регистрационный номер №154). Адрес: 100167, Ташкент, ул. Темирюлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан «17» апреля 2024 года.
(протокол реестра №37 от «17» апреля 2024 года).



Н.М. Арипов
Председатель Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Ш.М. Суюнбаев
Ученый секретарь Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

М.Х. Расулов
Председатель 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 резко возрастает спрос на эксплуатацию систем контроля и управления безопасности движения на переездах железнодорожного транспорта с использованием автоматизированных цифровых технологий. Также особое внимание уделяется вопросам обеспечения высокоточной работы устройств управления и контроля системы автоматической переездной сигнализации на базе самодиагностирующих, современных микропроцессорных и беспроводных технологий при обеспечении безопасности движения и повышении надежности на высокоскоростных участках железнодорожного транспорта. Учитывая, что в развитых странах в настоящее время 31% столкновений являются причиной различных травм человека и 2% становятся причиной их смерти¹, вызванных несоблюдением водителями правил безопасности движения на переездах на высокоскоростных участках железных дорог, то приобретает особое значение разработка систем автоматической сигнализации железнодорожных переездов на основе современных автоматизированных беспроводных технологий. В связи с этим особое внимание уделяется повышению безопасности движения на железнодорожных переездах, контролю и управлению на основе применения беспроводных технологий, дистанционному предупреждению водителей движущихся автотранспортных средств, передаче машинисту поезда точной информации о текущем состоянии переезда, своевременному предупреждению о приближении поезда на переездах и пешеходных переходах, предотвращению длительных простоев автомобилей и пробок на переезде².

В мире ведутся научные исследования по обеспечению высокого уровня безопасности движения и разработке современных автоматизированных устройств за счет совершенствования систем контроля и управления процессами времени извещения о приближении поезда и расстояния его приближения к железнодорожным переездам. В этом направлении приоритет отдается исследованиям, в том числе по разработке упрощенного алгоритмического программного обеспечения методов микроконтроллерного управления и контроля на базе современных элементов систем автоматической переездной сигнализации железной дороги, кроме того, особое значение имеет повышение надежности систем автоматической переездной сигнализации. Вместе с тем, своевременное информирование ответственных работников отрасли показателями надежности и аналитическими результатами систем автоматической переездной сигнализации в цифровом виде и дистанционно с помощью беспроводных технологий, является актуальной задачей.

В республике реализуются меры по модернизации устройств, блоков и датчиков, относящихся к системам обеспечения безопасности движения железнодорожного транспорта, а также по замене их на цифровые технологии, и по замене контактных релейных блоков на бесконтактные

¹ <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2022-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh>

² <https://newsprice.info/publications/kak-raskuporit-probku-mezhdunarodnyj-opyt-resheniya-transportnyh-problem/>

микропроцессорные, по устранению всех недостатков системы. Определены задачи радикального реформирования сферы железнодорожного транспорта, включая «ускорение работ по трансформации и цифровизации железнодорожной сферы, обеспечение качества, безопасности, устойчивости, надежности и бесперебойности, ..., по обеспечению функционирования объектов хозяйств электроснабжения, сигнализации и связи, локомотивного хозяйства, единого диспетчерского центра, а также развитию данных инфраструктурных объектов³», а также в стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены основные и важные цели, такие как «...широкое внедрение информационных технологий..., запуск аналитических геопорталов, собирающих данные по транспортной, инфраструктурной и социальной и другим сферам, ...увеличение экспорта программного обеспечения и иных услуг в 1,7 раза, ...развитие единой транспортной системы во взаимосвязи со всеми видами транспорта, ...улучшение системы общественного транспорта и развитие ее инфраструктуры⁴». При реализации этих задач, в частности, важно разрабатывать современные системы автоматической переездной сигнализации на участках железных дорог.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», №УП-5647 от 1 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта», №УП-5598 от 13 декабря 2018 года «О дополнительных мерах по внедрению цифровой экономики, электронного правительства, а также информационных систем в государственном управлении Республики Узбекистан», Постановлениях 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», №ПП-307 от 6 июля 2022 года «Об организационных мерах по реализации стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» пункт 157 приложения 4 «Разработка местной системы микропроцессорной (МАПС) на переездах железнодорожных участках» а также других нормативно-правовых документах, относящихся к данному виду деятельности.

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

³ Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-329 «О мерах по коренному реформированию сферы железнодорожного транспорта Республики Узбекистан» от 10 октября 2023 года;

⁴ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» от 28 января 2022 года.

Степень изученности проблемы. Большой вклад в решение таких вопросов, как совершенствование систем контроля и управления безопасностью движения на железнодорожных переездах и обеспечение их надежности, внесли ряд известных зарубежных ученых, в том числе В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, А.Б. Никитин, Е.Г. Угрюмов, Ю.А. Бакулин, Ю.А. Ерохин, Л.Б. Чубаров, В.Н. Яковлев, Е.И. Полевой, А.С. Лосев, Е.М. Тарасов, А.С. Белоногов, В.П. Мохонько, М.Б. Куров, В.Б. Гуменников, Ю.В. Тарасова, Дж. Фрайс, Р. Файс, Р. Морс, Г.Т. Кабусики, К. Такаши, С.Н. Чижма, Н.Г. Ананьева, С.Е. Ададулов, Б.М. Гордон, Дж.Д. Казиев, Е.Н. Розенберг, М. Рэнди, Дж. Патрик, Р.В. Гнитко, А.А. Курганский, И.Г. Тильк, В.В. Ляной, М. Марекс, Н. Александерс, К. Владимирс, В.В. Власов, Д.В. Соболев, Д.В. Ефанов, Д.Г. Плотников, Г.В. Осадчи, А.Н. Попов, С.В. Бушуев, С.Ю. Гришаев, Д.Г. Назмутдинов и другие.

Научные труды известных ученых Узбекистана посвящены модернизации устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, разработке и совершенствованию методов контроля и управления безопасностью движения поездов. Среди них: Ф.А. Назаров, В.Г. Строков, Г.Р. Рахметов, Ю.И. Полевой, Н.М. Арипов, А.Р. Азизов, Ш.Р. Хорунов, М.М. Алиев, Д.Ф. Курбанов, С.Т. Болтаев. В результате проведенных научных исследований достигнуты значительные результаты в создании методов контроля безопасности движения поездов и управления ими.

В то же время вопросы совершенствования системы управления железнодорожного переезда с учетом категории, скорости, ускорения, длины тормозного пути и других технических характеристик приближающегося поезда, совершенствования алгоритмов и принципов работы систем своевременного оповещения машиниста локомотива по предотвращению столкновений поездов и автотранспортных средств, сокращения время простоев автотранспортных средств перед закрытым переездом недостаточно изучены.

Взаимосвязь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-практических работ по проекту «Разработка местной микропроцессорной системы (МАПС) переездов на железнодорожных участках» согласно пункту 157 инновационных проектов «Драйвер», реализуемых в отраслях экономики в 2023-2026 годах, указанных в приложении 4 Постановления Президента Республики Узбекистан №ПП-307 «Об организационных мерах по реализации стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» от 6 июля 2022 года, хозяйственному договору №61 «Совершенствование метода контроля сигналов систем автоматической локомотивной сигнализации на железнодорожных участках» (2022 год), инновационному государственному гранту №ИЗ-2020122814 «Создание цифровых и комплексных модулей для

вагон-лаборатории специальной связи при измерении сигналов радиосвязи на железнодорожном транспорте» (2022-2023 гг.).

Целью исследования является совершенствование системы контроля и управления безопасности движения на железнодорожных переездах.

Задачи исследования:

исследование современного состояния и проблем системы автоматической переездной сигнализации с учетом категории поезда;

создание метода автоматической переездной сигнализации в зависимости от категории приближающегося поезда на основе математического моделирования, для повышения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте;

разработка метода передачи данных машинисту локомотива приближающегося к переезду о текущем состоянии переезда с помощью канала радиосвязи на основе микропроцессорных элементов;

обоснование метода оповещения водителей транспортных средств и управления системой автоматической переездной сигнализации с помощью канала радиосвязи на основе координатных параметров движущегося локомотива;

определение показателей надежности системы управляемой автоматической переездной сигнализации путем определения категории поезда, приближающегося к переезду.

Объектом исследования являются охраняемые и неохраняемые железнодорожные переезды.

Предметом исследования является система автоматической сигнализации охраняемых и неохраняемых железнодорожных переездов.

Методы исследования. В процессе исследований применены методы математического моделирования с использованием сетей Петри, Марковские цепи, методы преобразования Крамера и Лапласа, а также экспериментальные исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствован метод автоматической сигнализации контроля и управления переезда, в зависимости от категории поезда приближающегося к железнодорожному переезду и его координат;

обоснована методика расчета времени включения автоматической переездной сигнализации и протяженности участка приближения поезда к переезду с учетом категорий поездов;

разработан способ беспроводной передачи информации о текущем состоянии переезда машинисту движущегося поезда и команды на включение автоматической сигнализации на переезд;

создан метод микропроцессорного управления на основе энергосберегающих и помехоустойчивых технологий, связывающий бортовые устройства локомотива, приближающегося к переезду, с системами автоматической переездной сигнализации.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработано бортовое локомотивное устройство на основе современных микроэлектронных элементов для определения категории и технических характеристик приближающегося к переезду поезда;

усовершенствовано микропроцессорное устройство управления и контроля на основе программируемых логических контроллеров для передачи информации о состоянии переезда на приближающийся локомотив;

разработано устройство и необходимое программное обеспечение для контроля состояния переезда из кабины локомотива и обмена информацией по радиоканалу с системой автоматической переездной сигнализации

Достоверность результатов исследования основана на теоретических методах, анализе проведенных экспериментальных исследований и созданных технических решений, а также соответствие результатов испытаний в лабораторных и эксплуатационных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в совершенствовании методов расчета времени извещения о приближении поезда к железнодорожным переездам, длины участка приближения и управление закрытием и открытием переезда для движения автотранспортных средств с учетом скорости, ускорения и тормозных характеристик приближающегося поезда.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке на основе микропроцессорных технологий устройств определения скорости, длины пройденного пути и тормозных характеристик локомотива, интерфейса ввода данных о технических характеристиках поезда, а также устройств передачи, приема, управления и контроля железнодорожного переезда путем обработки введенных и определенных данных с использованием радиосвязи; улучшении безопасности движения поездов и автотранспортных средств на переездах достигается путем повышения эффективности автоматической сигнализации за счет приведенных математических расчетов, а также за счет внедрения разработанных устройств на железнодорожных переездах.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию системы контроля и управления безопасностью движения на железнодорожных переездах:

внедрено бортовое локомотивное устройство системы управления железнодорожным переездом в зависимости от категории приближающегося поезда в 7-м цехе локомотивного депо «Узбекистан» при АО «Узбекистон темир йуллари» (справка Министерства Транспорта Республики Узбекистан от 6 ноября 2023 года №4/E1094). В результате создана возможность сократить ущерб на 20%, причиняемый ремонтом устройств локомотивов, автоматики и телемеханики, а также срывами графиками движения поездов за счет предотвращения столкновений автотранспорта и железнодорожного транспорта на железнодорожных переездах;

внедрено в систему автоматической сигнализации железнодорожных переездах устройство системы управления железнодорожного переезда по категории приближающегося поезда в «Ташкентской дистанции сигнализации и связи» при АО «Узбекистон темир йўллари» (справка Министерства Транспорта Республики Узбекистан от 6 ноября 2023 года №4/E1094). В результате время простоев автотранспортных средств перед закрытым железнодорожным переездом сокращено в 2 раза.

Апробация результатов исследования. Теоретические и практические результаты исследований были представлены и обсуждены на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 7 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций и 2 статьи в зарубежных журналах, 4 статьи в сборниках республиканских конференций, в том числе 2 статьи в базе данных Scopus, а также получены свидетельства на 4 программные продукты Агентства интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертации обоснована актуальность и востребованность исследования, описаны цели и задачи, объект и предмет исследования, представлено соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, обоснована научная новизна и практические результаты исследования, применение полученных результатов на практике, приведены подробные сведения об опубликованных научных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние систем контроля и управления безопасности движения на железнодорожных переездах**» анализируются случаи нарушений безопасности движения на железнодорожных переездах, в частности изучены мировые и местные устройства заграждения переезда, а также современные системы контроля процессов и управления безопасности движения.

По результатам проведенных исследований выявлено, что 17,8% столкновений поездов с различными препятствиями приходятся к последствиям аварий и столкновений на железнодорожных переездах, и 31% случаев гибели людей произошли в результате столкновений на железнодорожных переездах. 25% случаев нарушений безопасности движения происходят на железнодорожных переездах (рис.1). Выявлено, что общее время простоев автотранспортных средств перед закрытыми железнодорожными

переездами (в зависимости от интенсивности движения поездов на участке, находящегося переезда) составляет в среднем 4-7 часов в сутки.

Основные последствия столкновений поездов и автотранспортных средств произошли из-за несоблюдения водителями автомобилей правил дорожного движения, а также эксплуатации морально устаревших элементов систем автоматической переездной сигнализации (АПС) в течении многих лет, в частности по причине отсутствие устройств управления движением высокоскоростных поездов.

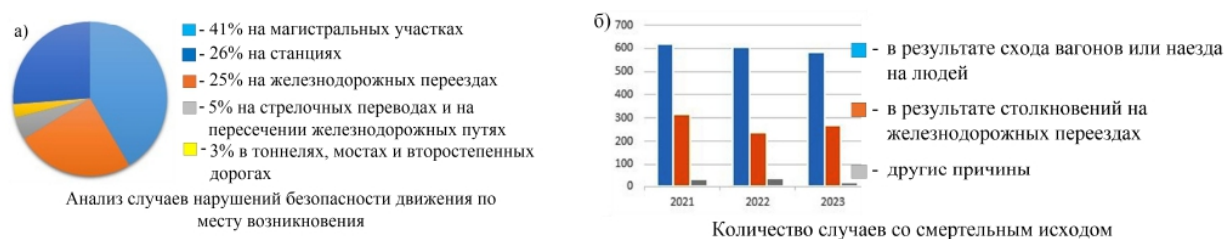


Рис. 1. Случаи нарушений безопасности движения на железнодорожных переездах

В существующей системе АПС организация одновременного движения обычных, скоростных и высокоскоростных поездов на переезде, дистанционное и своевременное оповещение машиниста о нештатных ситуациях на переезде и подобные предупреждения не были учтены. Одним из методов решения подобной проблемы является строительство мостов на автомобильно-железнодорожных переездах или организация движения поездов по железнодорожным эстакадам, однако процессы их строительства, эксплуатации и обслуживания приводят к увеличению затрат. Необходимо совершенствовать системы АПС с помощью современных цифровых устройств, позволяющих управлять переездами исходя из категории и технических характеристик поезда, приближающегося к переезду и своевременно предупреждать машиниста локомотива о нештатных ситуациях.

Ряд ведущих ученых, научно-исследовательских институтов и предприятий мира ведут свои научно-практические работы по управлению и контролю переездов с помощью современных устройств. В большей части созданных ими методах время закрытия переезда рассчитывалось путем определения скорости поезда за счет изменения величины тока и напряжения в питающем конце рельсовых цепей при шунтовом режиме. Одним из их недостатков является то, что их нельзя использовать на участках с малым балластным сопротивлением, что приводит к увеличению погрешностей из-за сезонного изменения сопротивления, а также в данных методах не учитывается длина фактического тормозного пути поезда. В связи с увеличением количества дополнительных устанавливаемых устройств при обеспечении безопасности движения на переездах на высоком уровне приводит к увеличению энергопотребления, усложняя процесс обслуживания новых типов систем и вызывает ряд неудобств при их интеграции с существующими, что приводит к увеличению себестоимости.

В результате проведенного анализа сделан вывод, что с целью предотвращения столкновения поездов и автотранспортных средств на железнодорожных переездах, а также сокращения времени простоев автомобилей перед закрытым переездом необходимо выполнять такие задачи, как разработка методов управления переездами исходя из технических характеристик приближающегося поезда, своевременного оповещения машиниста локомотива по каналу радиосвязи о нештатных ситуациях на основе интеграции переездных устройств с существующими бортовыми устройствами локомотивов.

Во второй главе «Создание алгоритмов и методов контроля и управления безопасности движения на железнодорожных переездах» разработаны алгоритмы и методы определения технических характеристик приближающегося поезда к железнодорожным переездам и на их основе установлено время извещения о приближении, а также рассчитана длина участка приближения и определено время задержки закрытия переезда.

В существующих системах АПС при расчете длины участка приближения к переезду, учитывалась максимальная скорость поездов на участке, но не учитывались ускорение, фактическая скорость поезда и длина их тормозного пути. Это приводит к закрытию переезда на продолжительное время при приближении поездов с низкой скоростью, а неучет длины тормозного пути способствует поездам не останавливаться до границы переезда в нештатных ситуациях на переезде.

В разработанном методе получено максимальное значение длины участка приближения (S) к железнодорожному переезду в четном и нечетном направлениях, которое выражается в формулах (1) и (2):

$$S = S_m + S_3(v, t_3) + S_{пров}(v, t_{пров}) + S_{обм}(v, t_{обм}) , \quad (1)$$

$$S = S_m + 0.278v(t_3 + t_{пров} + t_{обм}) , \quad (2)$$

где: t_3 – время закрытия переезда; $t_{пров}$ – время, затраченное на проверку отсутствия автотранспортных средств в зоне переезда; $t_{обм}$ – время обмена данными между переездом и локомотивными устройствами; S_3 , $S_{пров}$, $S_{обм}$ – путь, пройденный поездом в соответствии с указанными выше моментами времени. Здесь S_m длина фактического тормозного пути поезда, которая рассчитывается следующим образом:

$$S_t = 0.278v_0 t_{nm} + \frac{500(v^2 - v_o^2)}{\zeta w_{ox} + w_c + 1000\vartheta_p \varphi_{кр}} , \quad (3)$$

где: ζ – коэффициент инерции вращающейся массы; $\varphi_{кр}$ – расчетный коэффициент трения тормозной колодки к бандажу колеса; ϑ_p – расчетный коэффициент торможения; w_{ox} – удельная сила сопротивления движению; w_c – удельная сила сопротивления движению на уклонах и кривых участках; v – начальная скорость торможения; v_o – конечная скорость торможения; t_{nm} – время, затрачиваемое устройствами локомотива на подготовка процессам торможения.

При вступлении поезда на участок приближения осуществляется обмен

данными по радиосвязи между устройствами локомотива и переезда. В случае не установления радиосвязи, устройства заграждения переезда активируются согласно существующему регламенту. Каждый переезд нумеруется идентификационным номером (ID), после установления радиосвязи передаются данные от устройств переезда к локомотивным устройствам о времени закрытия переезда (t_3), длине участка приближение к переезду (S) и профиле (уклоне) зоны нахождения переезда. Данные вносятся в память устройств на переезде. После получения данных локомотивные устройства непрерывно рассчитывают длину тормозного (S_m) и пройденного пути поезда после вступления на участок приближения к переезду (S_n) на основе скорости локомотива и других величин, определяющих характеристики торможения (рис. 2).

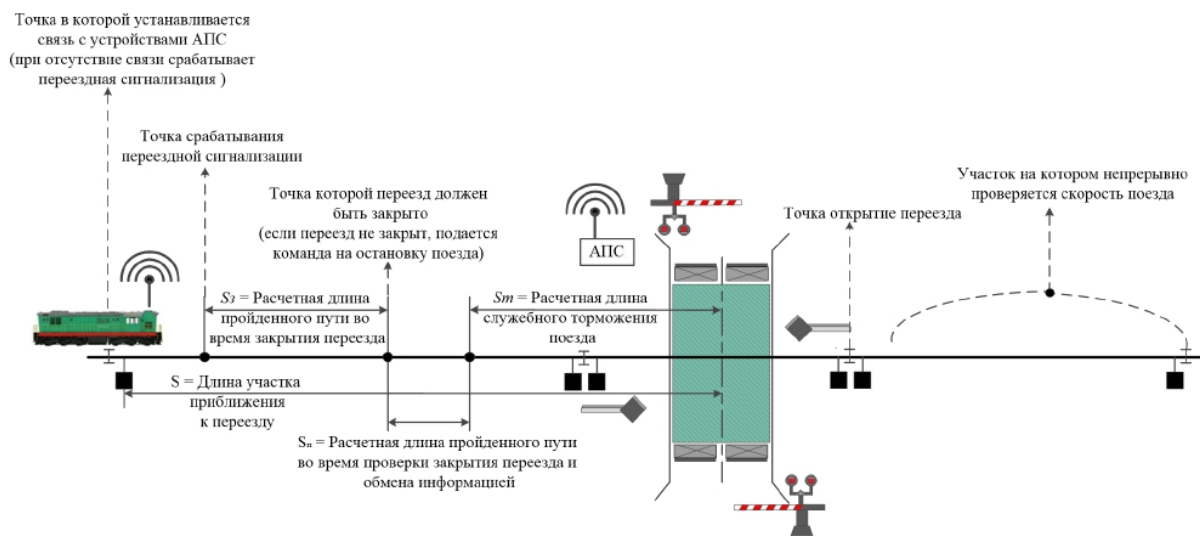


Рис. 2. Схема работы разработанного метода по координатам пути

При выполнении условия $S - S_n = S_m + 0.278v(t_{обм} + t_3 + t_{пров})$ от локомотивных устройств передается команда на закрытие переезда, после выполнения условия $S - S_n = S_m + 0.278v(t_{обм} + t_{пров})$ проверяется состояние закрытия переезда и наличие препятствия, которое могло бы создать угрозу безопасному движению поезда. Если опасности нет, поезд может продолжать движение с установленной скоростью, в противном случае, если условие $S - S_n = S_m$ выполняется после пройденного пути ($t_{обм}$) подается команда снизить скорость поезда на 20 км/ч при обмене данными о текущем состоянии переезда между устройствами переезда и локомотива. Поезд приближается к переезду с пониженной скоростью. При выполнении условия $S - S_n = S_{m1}$ (S_{m1} – длина тормозного пути поезда при скорости 20 км/ч) и при отсутствии препятствия, создающего угрозу движению поезда, а также в закрытом состоянии переезда, поезд движется с повышенной скоростью. В противном случае машинисту поезда передается приказ остановиться на расстоянии до границы переезда. А также на участке удаления скорость поезда, его направление и движение полностью контролируются по каналу радиосвязи.

Для повышения показателей надежности устройств управления и контроля АПС и его программного обеспечения, выявления возможных ошибок и их устранения исходя из условий безопасности движения железной дороги, требуется создать математическую модель разработанного метода.

В третьей главе диссертации «Создание математических моделей систем контроля и управления безопасностью движения на железнодорожных переездах» на основе теории сетей Петри созданы математические модели закрытия переезда при приближении поезда к участку железнодорожного переезда и его открытие после проезда поезда, а также повторного закрытия переезда при нахождении на участке удаления более установленного времени, а также их местного управления и контроля. Кроме того, работа системы смоделирована в программе MATLAB Simulink. Создан алгоритм работы системы АПС с учетом скорости, ускорения, категории и технических характеристик поезда, приближающегося к переезду.

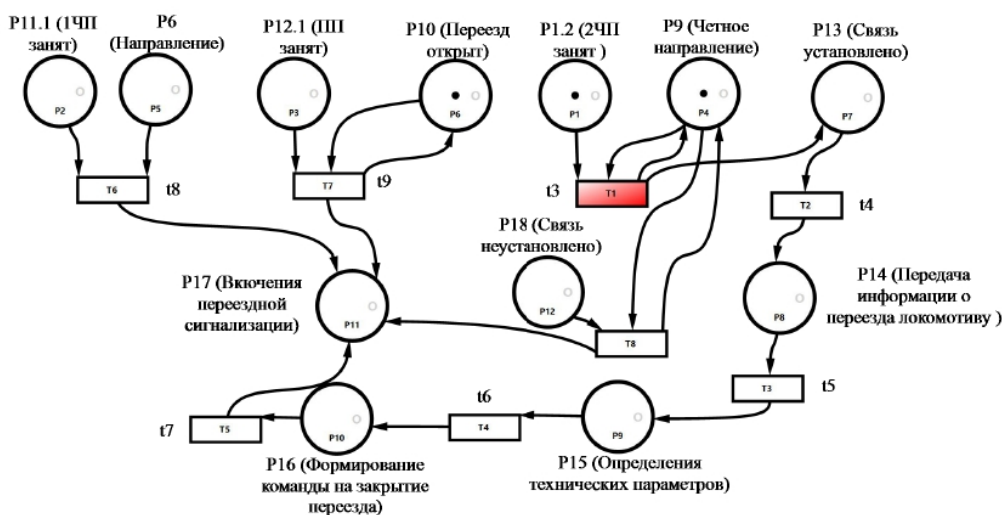


Рис. 3. Модель закрытия переезда на основе сетей Петри

При занятии поездом участка приближения переезда 2ЧП с четного направления и установке на четное направление (рис. 3) выполняется условие t_3 , т.е. $I(t_3) = \{P_{1,2}, P_9\}$ и получается равенство $O(t_3) = \{P_{13}\}$. Далее после установки связи с локомотивными устройствами P_{13} выполняется условие t_4 , активируются выходы $I(t_4) = \{P_{13}\}$ и $O(t_4) = \{P_{14}\}$. Данные о длине участка приближения переезда P_{14} и времени закрытия переезда передается локомотиву, на выходе имеются $I(t_5) = \{P_{14}\}$ и $O(t_5) = \{P_{15}\}$. Определяется скорость приближающегося поезда P_{15} и длина тормозного пути, при этом выполняется условие t_6 , т.е. $I(t_6) = \{P_{15}\}$, $O(t_6) = \{P_{16}\}$. На основании расчетных данных P_{16} формируется команда для включения устройств АПС, т.е. $I(t_7) = \{P_{16}\}$, $O(t_7) = \{P_{17}\}$. Команда для включения системы АПС P_{17} передается на переездные устройства. Для работы системы данные, получаемые о приближении поезда от участка 2ЧП, должны быть достоверными и гарантированными. Однако, в случае не поступления данных от 2ЧП из-за неисправности, также срабатывает система АПС и переезд закрывается для

движения автотранспортных средств при вступлении поезда в зону переезда. Если данные о занятии поездом участка 2ЧП не подтверждаются и не устанавливается связь, то система АПС срабатывает при занятии участка 1ЧП, т. е. $I(t_8) = \{P_{11,1}, P_6\}$, $O(t_8) = \{P_{17}\}$. Разработанная модель закрытия переезда на основе сетей Петри представлена на рисунке 3. На основе этой модели создан алгоритм работы системы АПС и показан на рисунке 4.

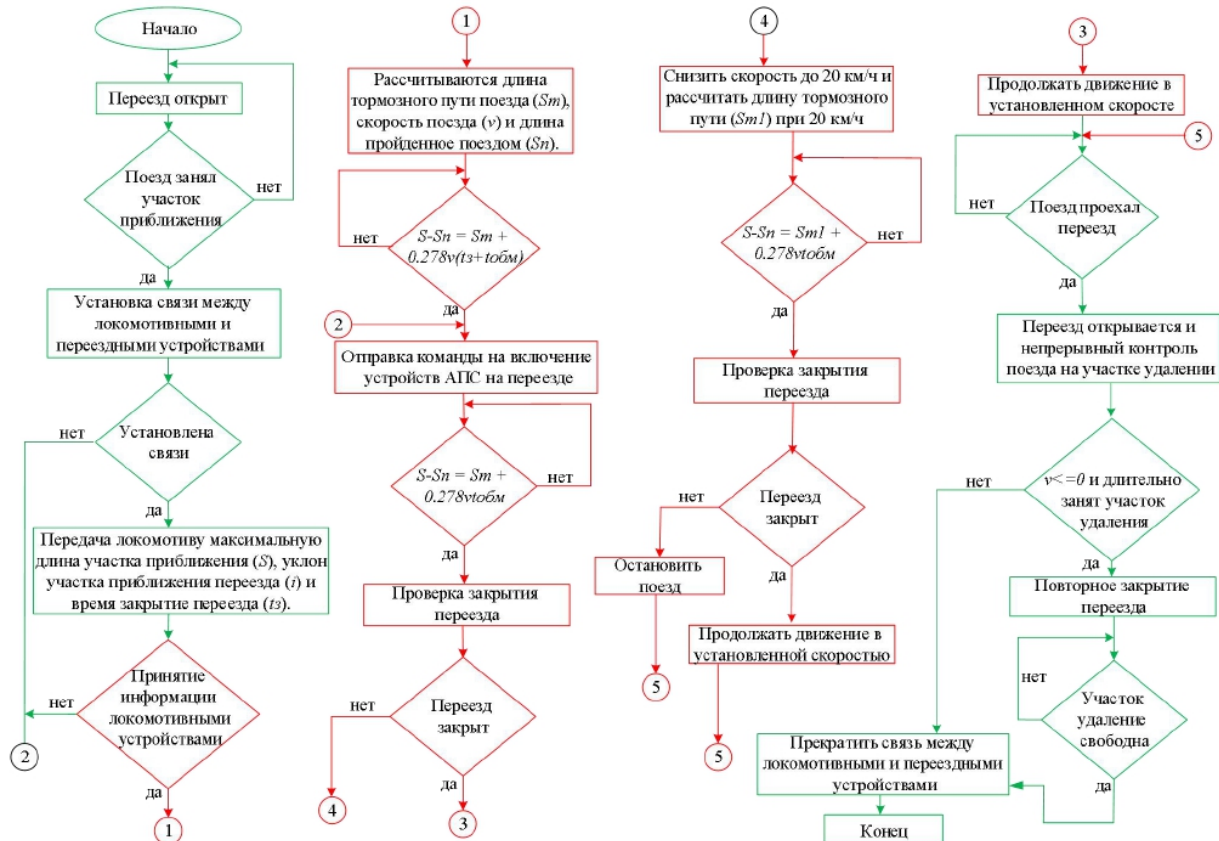


Рис. 4. Алгоритм работы системы АПС

Разработка программного обеспечения системы АПС на основе модели, используемой теорию сети Петри, а также системы управления и контроля позволят повысить ее надежность.

В четвертой главе «Разработка и применение системы контроля и управления безопасностью движения на железнодорожных переездах» разработаны структурные схемы локомотивных бортовых и переездных устройств в системе управления и контроля железнодорожного переезда, в зависимости от категории приближающегося поезда, а также получены практические результаты путем их внедрения в производство. В том числе рассчитаны показатели надежности устройств и их экономическая эффективность.

Разработанная система АПС разделена на две части: бортовое устройство локомотива и переездное устройство. Блоки бортового устройства локомотива показаны на рисунке 5 а), блоки переездного устройства – на рисунке 5 б).

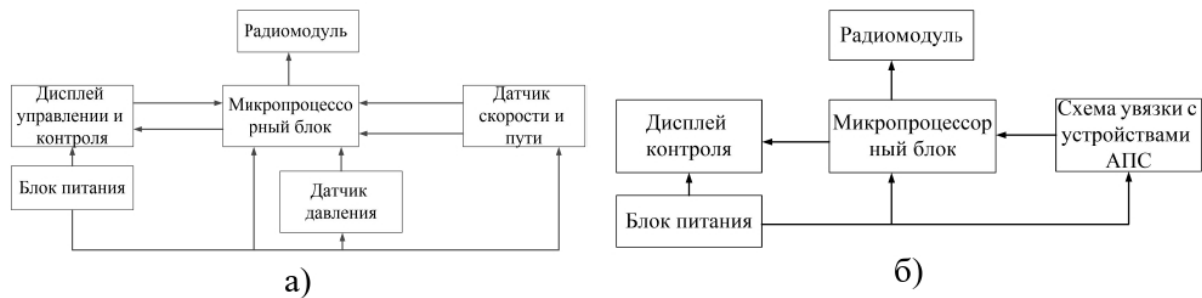


Рис. 5. Структурная схема локомотивных бортовых и переездных устройств

Скорость и пройденный путь поезда определены модулем определения скорости, электрическая схема модуля показана на рисунке 6а. Данные, полученные от модуля скорости и путевых датчиков через входы ББД-1 и ББД-2 передаются на микроконтроллеры (МК). ПМ и ПП ББД являются входами питания датчика, а МК обрабатывает полученные данные и рассчитывает скорость, пройденный путь поезда по следующей формуле:

$$v = \frac{N \pi D}{t n}, \quad (4)$$

где: v – скорость поезда; N – количество импульсов в момент времени t ; D – диаметр оси колеса; n – количество импульсов за один оборот датчика.

Для передачи данных от бортовых устройств локомотива на железнодорожный переезд использован канал радиосвязи, схема подключения радиомодуля представлена на рисунке 6 б). Здесь M0 и M1 определяют режим работы радиомодуля. Выходы RX, TX обмениваются данными с микроконтроллером МК через протокол UART. Выход AUX используется в качестве буфера приема и передачи и для самотестирования.

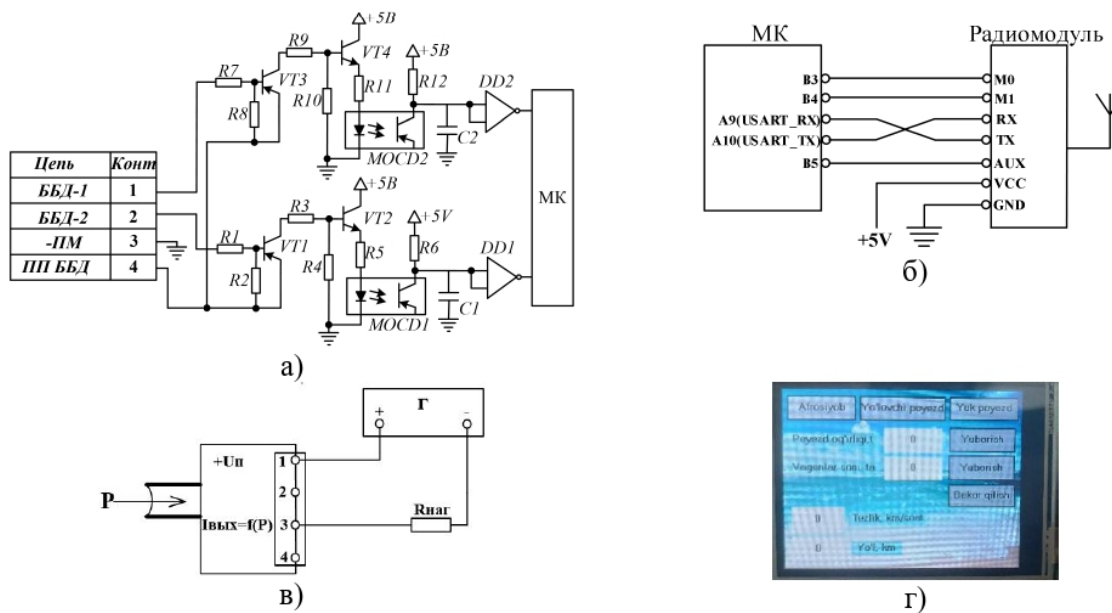


Рис. 6. Схема бортового устройства локомотива

При определении длины тормозного пути поезда использовались датчики давления для расчета его эффективного коэффициента торможения. Датчики давления измеряют давление сжатого воздуха в тормозной магистрали локомотива, схема их модуля представлена на рисунке 6 в).

Такие данные, как скорость поезда, пройденный путь поезда и состояние переезда, отображается на экране разработанного устройства управления и контроля локомотива, внешний вид представлен на рисунке 6 г). В том числе, для точного расчета длины тормозного пути поезда в устройство управления и контроля вводятся данные, то есть в зависимости от категории поезда – грузовой или пассажирский поезд, а в случае пассажирских поездов – обычный, скоростной и высокоскоростные поезда, вес поезда, сила тяги локомотива, данные о коэффициенте трения тормозных колодок и количестве вагонов.

Модуль управления системой АПС после получение команды на закрытие переезда от локомотивных устройств, управляет реле (ПВ) включения устройства заграждения переезда, а при возникновении нештатных ситуаций на переезде управляет реле заградительного светофора (ЗГ), также получает данные от других реле при контроле состоянии переезда, а затем машинисту поезда передает данные о состоянии переезда. Схема взаимоувязки системы АПС с устройствами представлена на рис. 7.

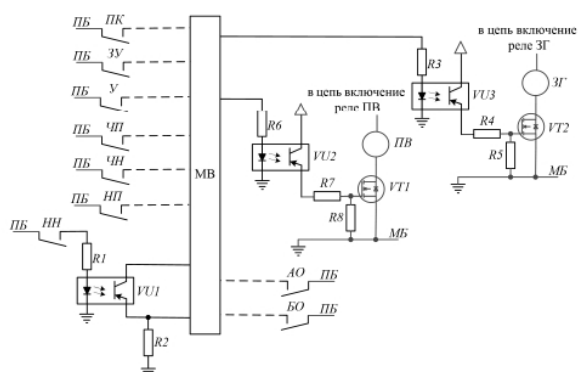


Рис. 7. Схема взаимоувязки системы АПС с устройствами

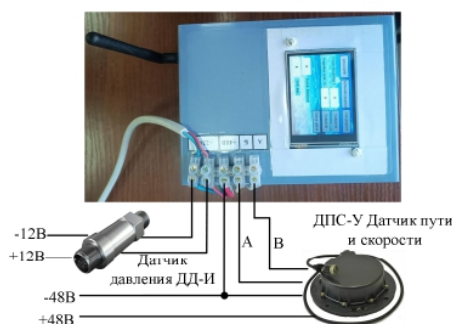


Рис. 8. Схема подключения бортовых устройств локомотива

Разработанное локомотивное бортовое устройство проверено на лабораторном стенде в цехе №7 локомотивного депо «Ўзбекистон» и испытано в кабине машиниста электровоза «Ўзбекистан». Схема подключения устройства с датчиками определения скорости и давления, а также их внешний вид показаны на рисунке 8.

Переездная часть разработанного устройства внедрена на железнодорожном переезде станции Нурхаёт «Ташкентской дистанции сигнализации и связи». Схема подключения разработанного устройства с устройствами переезда, расположенными на станции, представлена на рис. 9, а схема подключения с устройствами переезда, расположенными на перегоне – на рис. 10.

Управление закрытием переезда на территории станции Нурхаёт, в зависимости от категории приближающегося поезда, предусмотрено на

маршрутах безостановочного пропуска по четному направлению и маршрутах приема по нечетному направлению. Алгоритм работы разработанной системы АПС реализуется в существующем регламенте при установлении маршрута отправления поездов со станции и при маневровых работах.

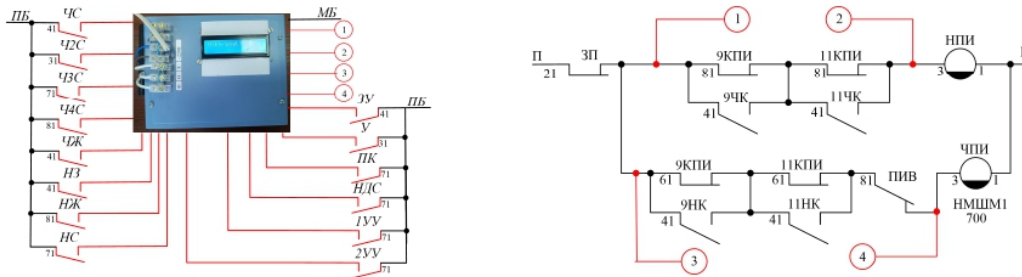


Рис. 9. Схема подключения устройства с системой АПС для переездов, расположенных на территории станции

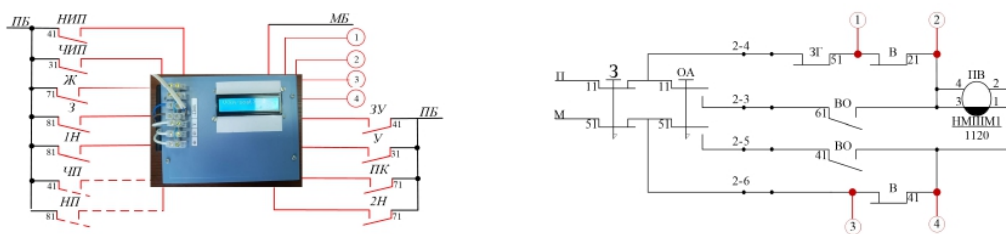


Рис. 10. Схема подключения устройства с системой АПС для переездов, расположенных на перегоне

Разработанное устройство практически испытано на производстве на железнодорожных переездах, в том числе проанализированы скорость приближающегося поезда и время закрытия переезда, а также сопоставлено со временем закрытия переезда с существующим методом. В системе АПС график зависимости скорости от времени приближения поезда к переезду представлен на рис. 11.

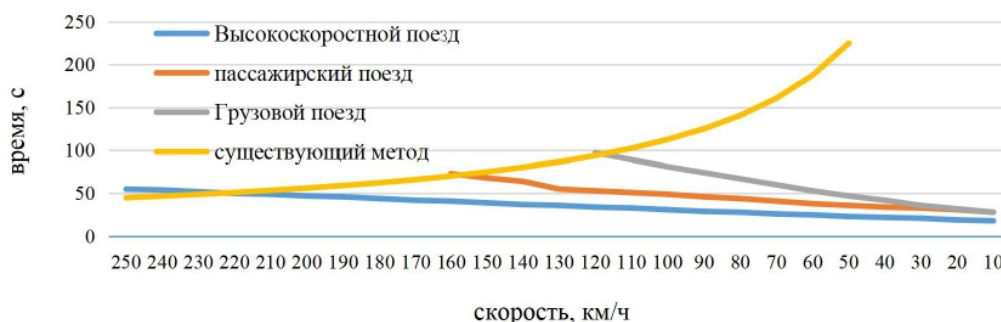


Рис. 11. График зависимости скорости от времени приближения поезда к переезду в системе АПС

На основании требований к устройствам автоматики и телемеханики на железной дороге предусмотрено резервирование устройств системы АПС и

рассчитаны показатели надежности для создания возможности восстановления системы. Показатели надежности бортовых устройств локомотива (5) и переездных устройств (6) определялись с использованием цепи Маркова и преобразований Лапласа в следующих выражениях:

$$P_{l,2}(t) = 1 - (1 - P_{l,1}(t))^2 = 2 P_{l,1}(t) - P_{l,1}^2(t) = 2e^{-51,23 \cdot 10^{-6} t} - e^{-102,46 \cdot 10^{-6} t}, \quad (5)$$

$$P_{k,2}(t) = 2 e^{-32,25 \cdot 10^{-6} t} - e^{-64,5 \cdot 10^{-6} t} \quad (6)$$

Вероятное время отказа (T) локомотивного бортового (7) и переездных устройств (8) рассчитано по следующим выражениям:

$$T_l = \int_0^{\infty} (2e^{-51,23 \cdot 10^{-6} t} - e^{-102,46 \cdot 10^{-6} t}) dt = 29300 \text{ час} = 3 \text{ год } 5 \text{ месяцев}, \quad (7)$$

$$T_k = 46600 \text{ час} = 5 \text{ год } 4 \text{ месяцев}. \quad (8)$$

Созданная система АПС позволяет надежно и регулярно управлять, а также контролировать движение подвижного состава на железнодорожных переездах, предоставлять машинисту данные о текущем состоянии переезда посредством радиосвязи, а также сократить время ожидания автотранспортных средств на переездах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе научно-практических исследований и аналитических результатов по совершенствованию системы контроля и управления безопасностью движения на железнодорожных переездах, представлены следующие выводы:

1. Исследовано современное состояние и проблемы системы автоматической переездной сигнализации в зависимости от категории поезда. В результате выявлено, что проблемы разработки системы автоматической переездной сигнализации на основе категории приближающегося поезда в современных системах недостаточно изучены.

2. На основе разработанной математической модели создан метод автоматической переездной сигнализации в зависимости от категории поезда, приближающегося к переезду, таким образом повышен уровень обеспечения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте. В результате удалось обеспечить надежную и безошибочную работу устройства, проверить процесс управления системой автоматической переездной сигнализации в зависимости от категории поезда и учесть условия, которые необходимо выполнить.

3. Совершенствована методика расчета времени включения системы автоматической переездной сигнализации и длины его участка приближения в зависимости от категории поезда. В результате уменьшилось время включения системы автоматической переездной сигнализации в соответствии с категорией и техническими характеристиками поезда, время простоев автотранспортных средств перед закрытым переездом сократилось в 2 раза.

4. Создан алгоритм способа передачи информации приближающемуся поезду о состоянии переезда и о нештатных ситуациях на нем, а также команды

на включение системы автоматической сигнализации по каналу радиосвязи. В результате информация о состоянии переезда и нештатных ситуациях передается на бортовые устройства локомотива по каналу радиосвязи, что позволяет более безопасно и быстро организовать процесс перевозки.

5. Разработаны показатели надежности системы автоматической переездной сигнализации, управляемой путем определения категории приближающегося поезда к переезду с использованием законов Марковских цепей и преобразования Лапласа. В результате показатели надежности увеличены в 1,5 раза в зависимости от категории поезда, за счет резервирования устройств автоматической переездной сигнализации.

6. С использованием современных цифровых элементов разработаны бортовое локомотивное устройство для определения категории поезда и его технических характеристик, приближающегося к переезду, устройства управления и контроля системы автоматической переездной сигнализации, устройство, осуществляющее обмен данными с локомотивом по каналу радиосвязи и их программные обеспечения. В результате разработана микропроцессорная, энергосберегающая и быстродействующая система, которая управляет системой автоматической переездной сигнализации в зависимости от категории поезда и автоматически передает информацию о состоянии переезда на локомотив по каналу радиосвязи.

7. Результаты исследования внедрены в «Ташкентской дистанции сигнализации и связи» и в локомотивном депо «Узбекистан» АО «Узбекистан темир йуллари». В результате удалось избежать затор автотранспортного потока из-за длительного закрытия переездов и случаев столкновений с поездами, а также на основе совершенствования системы контроля и управления безопасности движения на железнодорожных переездах общая экономическая эффективность составляет 535,5 млн. сум.

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

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

RAKHMONOV BOBOMUROD BAXTIYOROVICH

**IMPROVING THE TRAFFIC SAFETY CONTROL AND MANAGEMENT
SYSTEM AT RAILWAY CROSSINGS**

05.08.03 – Operation of railway transport

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

Tashkent – 2024

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 PhD.15/30.12.2019.T.73.01

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.ziynet.uz).

| | |
|-------------------------------|--|
| Scientific supervisor: | Kurbanov Janibek Fayzullayevich doctor of technical sciences, professor |
| Official opponents: | Xadjimuxametova Matluba Adilovna doctor of sciences in technics, professor |
| | Urokov Olimjon Xikmatulloevich doctor philosophy (PhD) |
| Leading organization: | Fergana Polytechnic Institute |

The defense will be take place “29” april 2024 at 15⁰⁰ at the meeting of Scientific Council at the Scientific Council PhD.15/30.12.2019.T.73.01 Tashkent state transport university. Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone:(+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-57, e-mail: tashiit_rektorat@tstu.uz

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information–Resource Center of the Tashkent state transport university (Registration number –154). (Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66).

Abstract of dissertation was distributed on “17” april 2024 year.
(mailing record №37 on “17”april 2024 year).



N.M. Aripov
Chairman of Scientific Council
on awarding scientific degrees,
doctor of sciences in technics, professor

Sh.M. Suyunbaev
Scientific secretary of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
doctor of sciences in technics, professor

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

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the study is to improve the system of traffic safety control and management at railway crossings.

Objectives of the study: study of the current state and problems of the automatic crossing alarm system, taking into account the train category; to improve the safety of train traffic in railway transport, to create a way to automatically signal a crossing depending on the category of an approaching train based on mathematical modeling; development of a method for transmitting data to the driver of locomotive approaching the crossing about the current state of the crossing via a radio communication channel based on microprocessor elements; substantiation of the method of notifying drivers of vehicles and controlling the automatic crossing alarm system via a radio communication channel, based on the coordinate parameters of a moving locomotive; determination of reliability indicators of automatic crossing signaling, controlled by determining the category of the train approaching the crossing.

The object of the study is guarded and unguarded railway crossings.

The scientific novelty of the study is as follows: the method of automatic signaling of control and control of crossings has been improved, depending on the category of the train approaching the railway crossing and its coordinates; the methodology for calculating the activation time of automatic crossing signaling and the length of the train approaching the crossing, taking into account the categories of trains, is justified; a method has been developed for wirelessly transmitting information about the current state of a crossing to the driver of a moving train and a command to turn on the automatic alarm for the crossing; A microprocessor control method has been created based on energy-saving and noise-resistant technologies, connecting the on-board devices of a locomotive approaching a crossing with automatic crossing signaling systems.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (часть I, part I)

1. Raxmonov B.B. Temir yo‘l kesishmalarida harakat xavfsizligini nazorat qilish va boshqarish tizimining ishonchliligini baholash // Toshkent davlat transport universiteti. The scientific journal vehicles and roads, – 2023. – №4. – 22-28 b. (05.00.00; Oliy attestatsiya komissiyasining 2020 yil 30-iyundagi 01-10/1103-sonli xati).

2. Raxmonov B.B., Boltayev S.T., Muhiddinov O.O. Temir yo‘l kesishmalarini avtomatik signallashtirishning mikroprocessorli tizimini petri tarmoqlari asosida modellashtirish // Toshkent davlat transport universiteti. The scientific journal vehicles and roads, – 2023. – №2, 16-33 b. (05.00.00; Oliy attestatsiya komissiyasining 2020 yil 30 iyundagi 01-10/1103-sonli xati).

3. Raxmonov B.B. Temir yo‘l kesishmalariga poyezdning yaqinlashishi haqidagi xabarni jo‘natish vaqtini hisoblash // Toshkent davlat transport universiteti. The scientific journal vehicles and roads, – 2022. – №3. 68-78 b. (05.00.00; Oliy attestatsiya komissiyasining 2020 yil 30 iyundagi 01-10/1103-sonli xati).

4. B.B. Raxmonov, J.F. Kurbanov, S.T Boltayev. Modeling the crossing automatic signaling system and ways of its energy efficiency // Toshkent davlat texnika universiteti. Energiya va resurs tejash muammolari, – 2021. – №1. –120-134 b. (05.00.00; №21).

5. Rakhmonov Bobomurod Bakhtiyorovich, Kurbanov Janibek Fayzullayevich, Kosimova Qamara Amonovna, Ergashov Bekhruz Golib ugli Boltayev Sunnatillo Tuymurodovich. Reliability of microprocessor control modules of AC and DC electric switch drive // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 2, February 2021. – P. 16587-16592. (05.00.00; Osiё мамлакатлари нашрлари №8).

6. Рахмонов Б.Б., Курбанов Ж.Ф., Хидиров Ж.Э. Микропроцессорли элементлар асосидаги автоматик локомотив сигналлаштириш қийматларини назорат қилиш қурилмаси // ТошТЙМИ Ахбороти. Тошкент: Тошкент темир йўл муҳандислари институти, – 2020. – №3. – 79-86 б. (05.00.00; №11).

7. Рахмонов Б.Б., Болтаев С.Т., Курбанов Ж.Ф. Юқори тезликли поездлар учун маршрутларни тайёрлашда электр марказлаштириш тизимларининг автоматик режими алгоритмларни ва услубиятларни ишлаб чиқиш // ТошТЙМИ Ахбороти. Тошкент: Тошкент темир йўл муҳандислари институти, – 2020. – №3. – 103-113 б. (05.00.00; №11).

II бўлим (часть II, part II)

8. B.B. Rakhmonov, S.T. Boltayev, Q.A. Qosimova, E.Sh. Joniqulov. Intelligent Control Systems at Stations for Different Categories of Trains // (2023) In AIP

Conference Proceedings (Vol. 2612). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0114539> (SCOPUS).

9. Raxmonov Bobomurod Baxtiyorovich, Qosimova Qamara Amonovna, Valiyev Soxibjamol Ibraximovich, Boltayev Sunnatillo Tuymurodovich. Temir yo‘l kesishmasining ishlash algoritmlarini avtotransport vositalarini kutish vaqtiga ta’siri // Transportda resurs tejankor texnologiyalar xorijiy olimlari ishtirokidagi xalqaro ilmiy-texnika anjumani maqolalari to‘plami. Toshkent: TDTU, – 2022. 172-179 b.

10. Bobomurod Raxmonov, Natalya Yaronova, Muxammadaziz Xokimjonov. Means and methods of forming a movement content approach message. «ИНТЕРНАУКА» Научный журнал № 18(241) Май 2022 г. Часть 8. – С 49-51;

11. Raxmonov Bobomurod Baxtiyorovich, Yaronova Natalya Valerevna, Xokimjonov Muxammadaziz Yursunali o‘g‘li. Railway crossing as a controlled object. Actual scientific research in the modern world. issue 5(85) Part 1 May 2022 International Science Journal. – P. 91-95.

12. Bobomurod Raxmonov, Obid Muhiddinov, Aziz Saitov, Zohid Toshboyev Sunnat Boltayev. A block model development for intelligent control of the switches operating apparatus position in the electrical interlocking system // CONMECHYDRO – 2021 E3S Web of Conferences 264, 05043 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405043> (SCOPUS).

13. Рахмонов Б.Б. Болтаев С.Т. Юқори тезликли магистралларда переездларнинг хавфсизликни таъминлаш // Ўзбекистон илмий-амалий тадқиқотлар мавзусидаги республика 16-қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференцияси. 30 сентябрь 2020 йил. – №20, – 16-қисм 66-67 б.

14. Raxmonov B.B., Boltayev S.T., Kurbanov J.F., Muhiddinov O.O., Shakarov Sh. Sh. Temir yo‘l kesishmasiga yaqinlashayotgan poyezdning tezligidan kelib chiqqan holda kesishmani yopilishini boshqarish dasturiy ta’minoti. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yhatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma 07.10.2023 DGU 20237041.

15. Raxmonov B.B., Boltayev S.T., Ergashov B.G., Muhiddinov O.O. Temir yo‘l stansiyalarida poyezdlar harakatini boshqarish uchun MPM-O‘zbekiston mikroprosessor markazlashtirish tizimining ajratilib boshqaruvchi rejimi uchun dasturiy ta’minoti. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yhatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma DGU 15420, 12.01.2022.

16. Raxmonov B.B., Boltayev S.T., Ergashov B.G., Muhiddinov O.O. Temir yo‘l stansiyalarida poyezdlar harakatini boshqarish uchun MPM-O‘zbekiston mikroprosessor markazlashtirish tizimining marshrutli rejimini dasturiy ta’minoti. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yhatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma DGU 15410, 12.01.2022.

17. Raxmonov B.B., Saitov A.A., Kurbanov J.F., Boltayev S.T. Temir yo‘llarda svetoforlarni boshqarish va nazorat qilish uchun universal mikroprosessorli modulining dasturiy ta’minoti. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yhatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma 08.05.2020 DGU 2020 0682 № DGU 08279.

Автореферат “Темир йўл транспорти: долзарб масалалар ва инновациялар”
илмий-амалий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва матнларни
мослиги текширилди (24.01.2024 йил).

Қоғоз бичми 60x84/16. Ризограф босма усули Times New Roman гарнитураси.
Шартли босма табағи: 2,8 б.т. Адади: 60 нусха. Буюртма № 43-6 /2024
Нашрга рухсат этилди: 15.04.2024 й.

Тошкент давлат транспорт университетида чоп этилган.
Манзил: 100167, Тошкент шаҳар, Темирйўлчилар кўчаси, 1-уй.