

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.15/31.08.2022.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

ХИДИРОВ ЭРКИН ИРГАШЕВИЧ

ҲАРАКАТ ТАРКИБИ ГАБАРИТЛАРИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ
ТИЗИМИНИ РАҚАМЛАШТИРИШ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2025

**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**

Хидиров Эркин Иргашевич

Харакат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимини
рақамлаштириш 3

Хидиров Эркин Иргашевич

Цифровизация системы контроля габаритов подвижного состава..... 21

Khidirov Erkin Irgashevich

Digitalization of the rolling stock size control system..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

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

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.15/31.08.2022.T.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

ХИДИРОВ ЭРКИН ИРГАШЕВИЧ

ҲАРАКАТ ТАРКИБИ ГАБАРИТЛАРИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ
ТИЗИМИНИ РАҚАМЛАШТИРИШ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2025

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2024.3.PhD/T4952 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:

Қурбанов Жанибек Файзуллаевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Мамиров Уктам Фарходович
техника фанлари доктори, профессор

Хаджимухаметова Матлуба Адилевна
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Фаргона давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги PhD.15/31.08.2022.Т.73.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2025-йил 23-сентябрь 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 (268-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй. тел: (99871) 299-05-66.

Диссертация автореферати 2025-йил 10-сентябрь куни тарқатилди.
(2025-йил 10-сентябрдаги 69-рақамли реестр баённомаси).

Д.И. Илсалиев

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

Ш.М. Суюнбаев

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 сунъий иншоотларга талафот етишининг олдини олишда ва ҳаракат таркибининг издан чиқишини аниқлашда унинг габаритларини назорат қилиш ва бошқариш тизимини рақамлаштиришга эҳтиёж кескин ортиб бормоқда. Ҳозирда ривожланган давлатларнинг магистрал темир йўл участкаларида ҳаракат таркибининг издан чиқиши туфайли 6,7%, хавфли юклар билан боғлиқ ҳалокатлар миқдори 0,2% ташкил этганлиги¹ сабабли замонавий рақамли симсиз технологиялар асосида ҳаракат таркиби габаритларини ва издан чиқишини назорат қилиш тизимини яратиш долзарб аҳамият касб этмоқда. Жумладан, темир йўл участкаларида ҳаракат хавфсизлигини ошириш, замонавий технологияларни татбиқ этиш асосида ҳаракат таркиби габаритларини ва издан чиқишини назорат қилиш ва бошқариш шунингдек станция навбатчисига ҳолатлар бўйича маълумотларни узатиш тизимини рақамлаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳон темир йўл участкаларида сигналлаштириш, марказлаштириш ва блокировка қурилмаларининг ва тизимларининг созлигини сақлашда, станция ва перегонда жойлашган сунъий иншоотлар ва йўл қурилмаларига ногабарит ҳаракат таркибларини талафот етишини олдини олиш қаратилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бунда асосий вазифалар станцияга яқинлашиб келаётган ҳаракат таркиби ногабаритликлар ҳолатини ва унинг издан чиқишини аниқлаш ва назорат қилиш қурилмаларнинг ўрнатиш координатасини ҳисоблаш, маълумотларни симсиз технология ва оптик толали алоқа линиялари орқали жўнатиш тизимларини яратишдан иборат. Шу билан бирга, ҳаракат таркиби габаритини ва унинг издан чиқишини назорат қиладиган қурилмаларни электр марказлаштириш тизими билан боғлиқлик схемасини ишлаб чиқиш орқали ташиш жараёнларни бошқариш усуллари ривожлантириш билан поездлар ҳаракат хавфсизлиги барқарорлигини таъминлаш ҳамда автоматика ва телемеханика тизимларида юзага келадиган камчиликларни бартараф этишда рақамлаштириш долзарб вазифалардан бири ҳисобланмоқда.

Республикамизда турли соҳаларни ривожлантириш, хусусан темир йўл транспортида ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимларини ривожлантириш бўйича чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 10 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси темир йўл транспорти соҳасини тубдан ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-329-сонли қарорида темир йўл транспорти соҳасини тубдан ислоҳ қилиш чора-тадбирлари, жумладан “...темир йўл соҳасини трансформация қилиш ва рақамлаштириш ишларини жадаллаштириш, сифатлиги, хавфсизлиги, барқарорлиги ва ишончлилигини таъминлаш, электр таъминоти, сигналлаштириш ва алоқа, локомотив хўжалиги, ягона диспетчерлик маркази ва юк станциялари фаолиятини таъминлаш ҳамда мазкур инфратузилма объектларини ривожлантириш...”², каби вазифалар белгиланган. Бу борада, хусусан, ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш ва бошқариш

¹ <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2023-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh>

² <https://lex.uz/en/docs/6631604>

тизимларини математик моделини ишлаб чиқиш ва назорат-габарит қурилмаси ва ҳаракат таркибини издан чиқишини назорат қилиш қурилмаларини замонавийлаштириш ва рақамлаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5 октябрдаги “Рақамли Ўзбекистон-2030” стратегиясини тасдиқлаш ва уни самарали амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисидаги ПФ-6079-сонли, 2018 йил 13 декабрдаги “Ўзбекистон Республикаси давлат бошқарувига рақамли иқтисодиёт, электрон ҳукумат ҳамда ахборот тизимларини жорий этиш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПФ-5598-сонли, 2019 йил 1 февралдаги “Транспорт соҳасида давлат бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5647-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 ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда келтирилган 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 йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Темир йўл участкаларида ҳаракат таркиби габаритларини ва издан чиқишини, шунингдек ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимларини такомиллаштириш ҳамда уларнинг ишончилигини таъминлаш каби масалаларни ҳал қилишда бир қатор илғор Илмий марказлар ва Олий ўқув юртларида, жумладан Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure Systems (Германия), Transportation Technology Center Inc. (АҚШ), Institute of Railway Technology ва Monash University (Австралия), China Academy of Railway Sciences ва China Railway Rolling Stock Corporation (Хитой), Railway Technical Research Institute (Япония), Korea Railroad Research Institute (Жанубий Корея) ҳамда Россия транспорт университети ва Умумроссия темир йўл транспорти илмий-тадқиқот институти (Россия)да кенг камровли илмий ишлар олиб борилган.

Темир йўл участкаларида ҳаракат таркиби габаритларини ва издан чиқишини шунингдек ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва бошқариш тизимларини яратишда бир қатор таниқли хорижий олимлар катта ҳисса қўшганлар, жумладан, Martin P. Buehler, William W. Hay, U Sprag, Yushen Van, Xideo Sibata, В.Г. Запускалов, В.И. Редькин, А.В Егиаза, Ю.М. Кравченко, А.М. Анненков, В.И. Жуков, И.М. Майоров, М.А. Шевандин, Л.Н. Петрович, О.В. Штанов, Б.Я. Мокрицкий, Ю.С. Степанов, Ю.И. Гриншпу, В.А. Крапивний, А.А. Волков, Д. Камзолова, Е.М. Розенберг, Е.В. Емельянов ва бошқалар.

Темир йўл сигналлаштириш, марказлаштириш ва блокировка тизимларини ҳамда қурилмаларини замонавийлаштириш асосида поездлар ҳаракат хавфсизлигини назорат қилиш ва уни бошқариш усулларини ишлаб чиқиш ҳамда такомиллаштиришда юртимизнинг таниқли олимлари, жумладан,

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, Э.Қ. Аметова, Ф.Ф. Шакирова, А.А. Саитов, Р.Б. Абдуллаев, З.Б. Тошбоев, Б.Б. Рахмонов, А.М. Рахмонбердив ва бошқалар ўзларининг амалга оширилган илмий тадқиқотлари орқали салмоқли натижаларга эришган.

Ҳаракат таркибида содир бўлган ногабаритликларни аниқлашда ва унинг техник тавсифларидан келиб чиқиб, назорат ва бошқариш тизимини такомиллаштириш, сунъий иншоотларга ногабарит ҳаракат таркибини талафот етказишини, ҳаракат таркибининг издан чиқиши натижасида темир йўл қурилмаларига зарар етказишнинг олдини олишда, ҳаракат таркибини станция ва перегонда тўхтатиш, шунингдек маълумотларни симсиз технологиялар ва оптик толали алоқа линияси орқали электр марказлаштириш постига ҳалақитларсиз жўнатиш ҳамда поезд машинистига ва станция навбатчисига ўз вақтида ушбу хабарни тезкор узатиш, ундаги тизимларнинг ишлаш тамойилларини ва алгоритмларини такомиллаштириш асосида ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимини рақамлаштириш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №61-сонли “Темир йўл участкаларида автоматик локомотив сигнализация тизими сигналларининг 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.) доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимини рақамлаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

темир йўл участкаларида ҳаракат таркибидаги ногабаритликларни ва унинг издан чиқиш ҳолатларини назорат қилиш қурилмаларининг замонавий ҳолати ҳамда бошқариш тизимидаги муаммоларни таҳлил қилиш;

ҳаракат таркиби габаритини контактсиз инфракизил датчиклар орқали комплекс назорат қилиш ва бошқариш усулининг математик моделларини яратиш;

ҳаракат таркиби габаритларининг жорий ҳолати ва уни назорат қилувчи тизимдаги маълумотларни электр марказлаштириш тизимига симсиз узатиш усулини ишлаб чиқиш;

ҳаракат таркиби габаритларини ва уни издан чиқишини назорат қилиш тизимини ўрнатиш ординатасини аниқлаш усулини такомиллаштириш;

техник хизмат шохобчаси вагон кўрувчи-таъмирловчиси томонидан ногабарит ҳолатини масофавий тезкор ташҳислаш усулини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида ногабаритликни аниқлаш ва ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилиш қурилмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида ҳаракат таркибининг габаритлари олинган.

Тадқиқотнинг усуллари илмий изланишлар жараёнида тизимли таҳлил, автоматлар назарияси ва Петри тармоқларидан фойдаланиш орқали математик моделлаштириш шунингдек Марков занжири усулидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

илк бор поезддаги барча вагонлар детал қисмлари ва унда жойлашган юкларнинг белгиланган чегаралардан силжишини аниқлаш имконини берувчи ҳаракат таркиби габаритини контактсиз инфрақизил датчиклар орқали комплекс назорат қилиш ва бошқариш усулининг математик моделлари яратилган;

поезд таркибидаги ёлғон ногабаритликни тезкор бартараф этиш имконини берувчи ҳаракат таркиби габаритларининг жорий ҳолати ва уни назорат қилувчи тизимдаги маълумотларни электр марказлаштириш тизимига симсиз узатиш усули ишлаб чиқилган;

ҳаракат таркиби габаритларини ва уни издан чиқишини назорат қилиш тизимини ўрнатиш ординатасини аниқлаш усули йўл профили, белгиланган вақтлар ва локомотивнинг ҳаракат тезлиги ҳамда унинг ҳисобий параметрларини инobatга олган ҳолда тортиш ҳисоблари асосида такомиллаштирилган;

ҳаракат таркибидаги ногабаритлиликнинг муайян вагонга тўғри келишини ўқларни санашнинг электрон тизимидан фойдаланган ҳолда аниқлаш асосида техник хизмат шохобчаси вагон кўрувчи-таъмирловчиси томонидан ногабарит ҳолатини масофавий тезкор ташҳислаш усули ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

микроконтроллер платформасига асосланган рақамли модулларни қўллаш орқали темир йўл участкаларида ҳаракат таркибидаги ногабаритликни ва унинг издан чиқишини аниқлаш усуллари учун блок-схемалар ишлаб чиқилган;

темир йўл участкаларида ҳаракат таркибидаги ногабаритликларни аниқлашда бошқариш ва назорат қилиш учун автоматлаштирилган иш жойи интерфейси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий усуллар ҳамда 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 ҳаракат таркиби габаритларини датчиклар асосида назорат қилиш ва аниқлашнинг математик моделлар билан асосланганлиги, ҳаракат таркиби ногабаритликларининг жорий ҳолатларини аниқлаш бўйича электр марказлаштириш тизимига симсиз технологиялар ва оптик толали алоқа линияси орқали маълумотларни жўнатиш усули яратилганлиги, станция навбатчиси иш жойи учун микропроцессорли технологияларга интеграллашган замонавий энергия тежамкор элементларни қўллаш асосида ҳаракат таркиби ногабаритликларини назорат қилиш ва бошқариш усули такомиллаштирилганлиги ва ҳаракат таркиби ногабаритликларининг станцияларда масофавий ташҳислаш усулининг ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти темир йўл участкаларида ҳаракат таркибида содир бўладиган ногабаритликларни ва унинг издан чиқишини датчиклар орқали аниқлаш, маълумотларни микроконтроллер орқали

қайта ишлаш, электр марказлаштириш тизимига симсиз узатиш ва электр марказлаштириш тизими билан боғлашнинг блок-схемалари ишлаб чиқилган ва ногабаритликларни аниқлаш, тизимни автоматик қайта ишга тушириш, ёлғон ногабаритликлар аниқланганда қайта юклаш учун бошқариш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган иш жойини интерфейси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимини рақамлаштириш бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари асосида:

темир йўл участкаларида ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилишнинг рақамлаштириш тизими “Темирйўлинфратузилма” АЖ тасарруфидаги “Ховос сигналлаштириш ва алоқа масофаси”, Сирдарё-Бахт перегони ПК34584+00 да жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт Вазирлигининг 2025 йил 10 апрелдаги №4/Е504-сон маълумотномаси). Натижада электрлаштирилган темир йўл участкаларида ҳаракат таркибида юз берадиган юқори ногабаритликларни аниқлаш, ногабаритлик вагон(лар)нинг қайси юзасида ва қайси ўққа тегишли вагонда содир бўлганлигини тезкор аниқлаш орқали ҳаракат таркибининг станция йўлларида туриб қолиш вақти 30 дақиқадан камайтирилган;

темир йўл участкаларида ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилишнинг контактсиз усули “Темирйўлинфратузилма” АЖ тасарруфидаги “Ховос сигналлаштириш ва алоқа масофаси” филиали Даштобод-Зомин перегони тоқ йўналиш ПК3552+6 да жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт Вазирлигининг 2025 йил 10 апрелдаги №4/Е504-сон маълумотномаси). Натижада ҳаракат таркибининг издан чиқишини ва пастки ногабаритликларни тезкор ташхислашда вақт сарфини камайтиришга ва ишлаб чиқилган икки каналли тизимнинг биринчи носозликка учраш эҳтимоли бир каналли тизимга нисбатан 1,5 баробарга камайтирилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 4 та илмий-амалий анжуманлар, шу жумладан 3 та Scopus базасидаги индексацияланувчи халқаро илмий анжуманда ва 1 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестатция комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 8 та мақола, жумладан 6 та республика ва 2 та хорижий илмий журналларда чоп этилган ҳамда 2 та дастурий таъминот учун Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигидан муаллифлик гувоҳномалар олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 116 бетни ташкил этади.

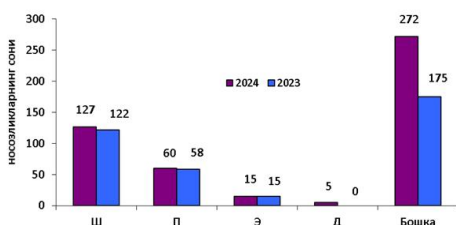
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **Кириш** қисмида тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланиб, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси илм 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.

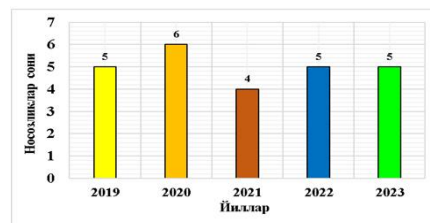
Диссертациянинг **“Ўзбекистон темир йўллари” АЖ ва хорижий мамлакатлар темир йўл ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш қурилмаларининг замонавий ҳолати ва таҳлили**” деб номланган биринчи бобида “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ сигналлаштириш, марказлаштириш, блокировка тизим ва қурилмаларининг замонавий ҳолати ва носозликлар сабаби таҳлил қилинган. Назорат-габарит қурилмаси ва ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилиш қурилмасининг таснифи, қуриш тамойиллари, долзарблиги, замонавий ҳолати шунингдек ушбу қурилмаларнинг чет эл темир йўлларидаги ишлаш тамойилининг таҳлили ва “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ мавжуд тизимларидаги муаммолар кўриб чиқилган.

2024-йил давомида сигналлаштириш ва алоқа қурилмалари ишлаши бўйича носозликлар ўтган йилга нисбатан 5 та ҳолатга кўпайган, яъни 2023-йили сигналлаштириш, марказлаштириш, блокировка ва алоқа қурилмаларининг носоз ишлаши 122 та ҳолат қайд этилган бўлса, 2024-йил 127 та ҳолатга йўл қўйилган (1-расм). Содир бўлган носозликларнинг олдини олиш ва носозликлар сонини сезиларли даражада камайтириш учун контактли қурилмалар ўрнига контакtsiz қурилмаларни қўллаш эҳтиёжи пайдо бўлган.

Ҳозирда “Ўзбекистон темир йўллари” АЖда мавжуд ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимининг ҳаракат таркиби габаритларини аниқловчи назорат габарит контури металл симли ўтказгичдан фойдаланиш ҳисобига уларни ташқи таъсирлар ва об-ҳавонинг таъсири натижасида узилиб кетиши, шунингдек сим ўтказгичнинг бўшаб кетиши оқибатида ёлғон ногабаритликларнинг юзага келиши (2-расм) кузатилмоқда.



1-расм. Хўжаликлар томонидан йўл қўйилган носозликлар сони



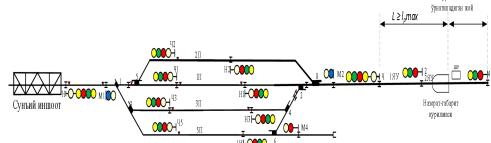
2-расм. Содир бўлган ёлғон ногабаритликлар сони

Ушбу камчиликни бартараф этиш мақсадида назорат габарит контурини симли ўтказгичдан контакtsiz назорат контурига ўтказиш муҳим муаммолардан эканлиги намоён бўлмоқда. Бундан ташқари, электрлаштирилган участкаларда ҳаракат таркибининг юқори қисм ногабаритлигини ва ногабаритлик вагоннинг қайси юзасида содир бўлганлигини

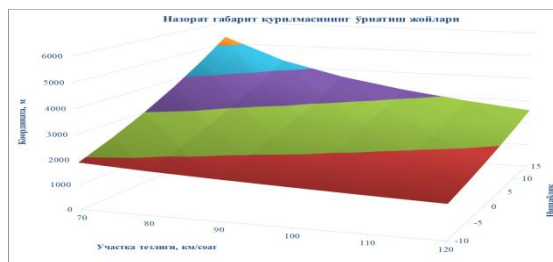
аниқлаш имкони мавжуд эмас. Таҳлил натижалари ҳозирда электрлаштирилган темир йўл участкаларида ҳаракат таркибининг юқори ногабаритлигини аниқлаш имкони мавжуд эмаслиги, ногабаритлик вагоннинг қайси юзасида содир бўлганлиги, шунингдек ушбу ногабаритлик ҳаракат таркибидаги қайси ўққа тўғри келиши ва ҳаракат таркибида юз берган барча ногабаритликларни аниқлаш асосий муаммолардан бири эканлигини кўрсатмоқда.

“**Ҳаракат таркиби габаритларини ва унинг издан чиқишини аниқлаш усулини тадқиқ этиш**” деб номланган иккинчи бобида контакtsiz назорат-габарит қурилмаси ва ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилиш қурилмасини ўрнатиш жойини аниқлаш, датчиклар ёрдамида поезд ҳаракат таркиби габаритларини ва унинг издан чиқишини назорат қилиш ва бошқаришнинг алгоритми ҳамда назорат-габарит қурилмасини диспетчер марказлаштириш тизими билан боғланиш усуллари ишлаб чиқилган.

Сунъий иншоотларга зарар етишининг олдини олишда локомотивлар светофор кўрсаткич сигналларини ўз вақтида қабул қилиши натижасида ногабаритлик аниқланган ҳаракат таркибини станциянинг қабул қилиш ва жўнатиш йўлида тўхтатиш мақсадида назорат-габарит қурилмасини ўрнатиш схемаси (3-расм) ва координатаси (4-расм) келтирилган.



3-расм. Контактсиз назорат-габарит қурилмасини ўрнатиш схемаси



4-расм. Контактсиз назорат-габарит қурилмасини ўрнатиш координаталари

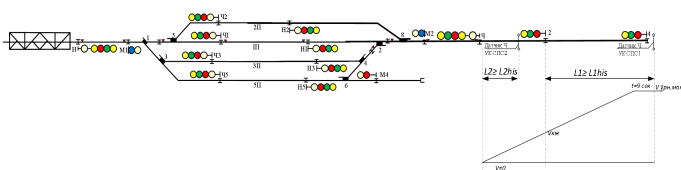
Темир йўл участкаларида ногабаритликни аниқлаш учун назорат-габарит қурилмасини ўрнатиш масофаси қуйидаги (1) ифода асосида ҳисобланади:

$$L = l_{n.max} + v_{уч} (t_{св.ў} + t_{сиг.каб}) + \frac{500(v_0^2 - v_{ж}^2)}{\frac{1}{(1 + \gamma)} w_{ох} + w_c + 1000g_p \varphi_{кр}}, \quad (1)$$

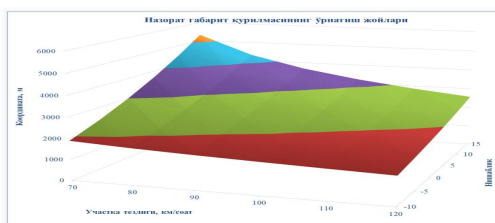
бунда, $l_{n.max}$ – поезд узунлиги, м; $v_{уч}$ – перегонлардаги ўрнатилган тезлик, км/соат; $t_{св.ў}$ – светофорни рухсат берувчи сигналдан таъқиқловчи сигналга ўтиш вақти, сек; $t_{сиг.каб}$ – локомотивни сигнални қабул қилиш вақти, сек; v_0 – бошланғич тезлик, км/соат; $v_{ж}$ – светофорнинг сариқ кўрсаткичидаги тезлиги, км/соат; $w_{ох}$ – локомотивнинг эркин ҳаракатида поезд ҳаракатига солиштирма қаршилик кучи; w_c – текисланган профил ва режадан ҳаракатланишга қўшимча солиштирма қаршилик кучи; $\varphi_{кр}$ – колодкалар ишқаланиши коэффициенти; g_p – поезднинг тормозланиш коэффициенти; γ – айланаётган масса инерцияси коэффициенти.

Ҳаракат таркибининг издан чиқиш ҳолати содир бўлса, йўл қурилмаларига шикаст етишини олдини олишда локомотив светофор кўрсаткич сигналларини ўз вақтида қабул қилиши натижасида, издан чиқиш ҳолати аниқланган ҳаракат таркибини перегонда тўхтатиш учун ҳаракат таркибининг издан чиқишини

назорат қилиш қурилмасини ўрнатиш жойи ва координаталари 5- ва 6-расмларда ҳамда уни ҳисоблаш (2), (3) ва (4) ифодаларда келтирилган:



5-расм. Контактсиз ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилиш қурилмасини ўрнатиш схемаси



6-расм. Контактсиз ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилиш қурилмасини ўрнатиш оординаталари

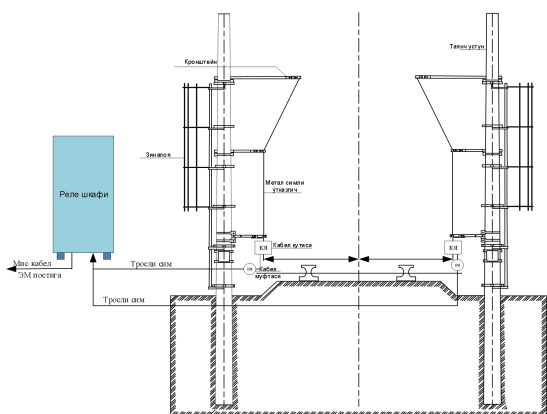
$$L_{1хис} = l_{н.мах} + v_{уч} t_{ум} + \frac{500(v_0^2 - v_0^2)}{(1 + \gamma) w_{ax} + w_c + 1000g_p \rho_{кр}}, \quad (2)$$

$$t_{ум} = t_{св.ўзг.каб} + t_{код.ўзг}, \quad (3)$$

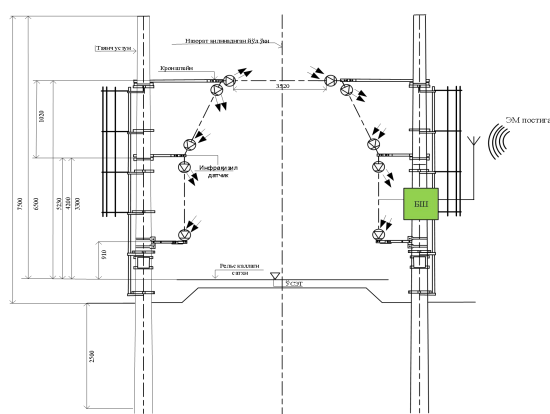
$$L_{2хис} = l_{н.мах} + v_{уч} t_{ум}, \quad (4)$$

бунда, $t_{св.ўзг.каб}$ – локомотивни светофор кўрсаткичи ўзгаришини қабул қилиш вақти, сек; $t_{код.ўзг}$ – датчик бузилганидан кейин локомотив автоматик сигналлаштириш кодиди ўзгариш вақти, сек; v_0 – охириги тезлик, км/соат.

Темир йўл участкаларидаги мавжуд назорат-габарит қурилмаси 7-расмда тасвирланган. Олиб борилган тадқиқотлар ва ҳисоб-китоблар асосида такомиллаштирилган инфрақизил датчикли контактсиз назорат-габарит қурилмасининг тузилмавий схемаси (8-расм) ишлаб чиқилган.



7-расм. Мавжуд назорат-габарит қурилмасининг тузилмавий схемаси

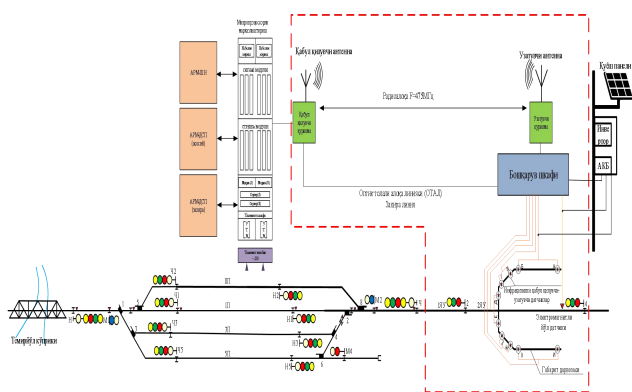


8-расм. Ишлаб чиқилган контактсиз назорат-габарит қурилмасининг тузилмавий схемаси

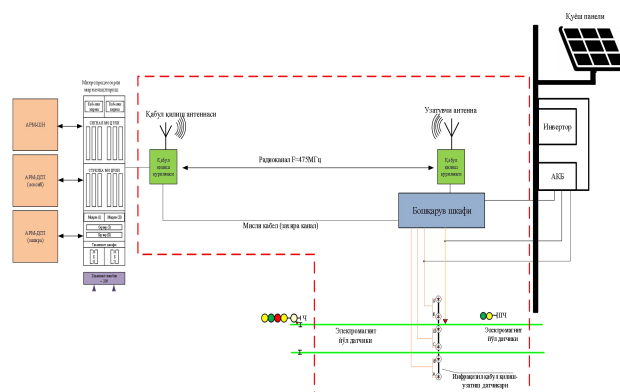
Инфрақизил датчиклар ёрдамида ҳаракат таркибининг габарити назорат қилинади, яъни датчиклардан чиқадиган ёруғлик нури кесилган тақдирда ногабаритликни аниқлаш имкони яратилади.

Ҳаракат таркибидаги вагонларда ногабаритлик ҳолати юзага келганда, унинг қайси ўқида содир бўлганлигини, ўқларни санашнинг электрон тизимини қўллаган ҳолда, ҳаракат таркиби вагонларидаги ногабаритликларни станцияларда тезкор ташҳислаш усули ишлаб чиқилган. Ҳаракат таркиби вагонларида ногабаритликлар ҳолати юзага келганда габарит дарвозаси контури

жойлаштирилган инфрақизил датчиклар ёрдамида аниқланади. Барча жараёнлар дастурий таъминотга эга бўлган микропроцессорли бошқарув шкафи ёрдамида аниқланади ва назорат қилинади. Олинган маълумотлар рақамли сигналларга айлантирилиб симсиз (9-расм) тармоқ ёки оптик толали алоқа линияси орқали электр марказлаштириш постига узатилади. Шунингдек инфрақизил датчиклар ёрдамида ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилишнинг (10-расм) контактсиз усули тасвирланган.

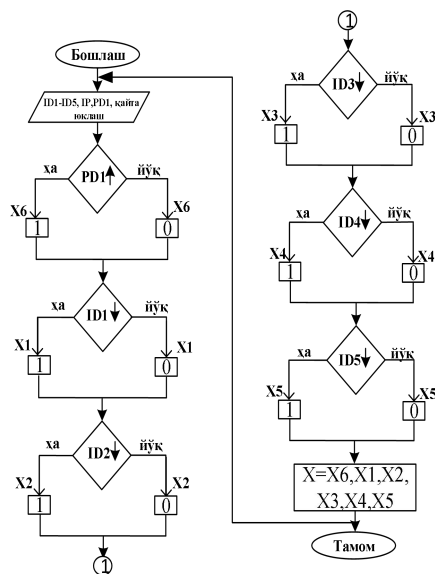


9-расм. Симсиз ва оптик толали алоқа линияси ёрдамида ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилишнинг такомиллаштирилган усули

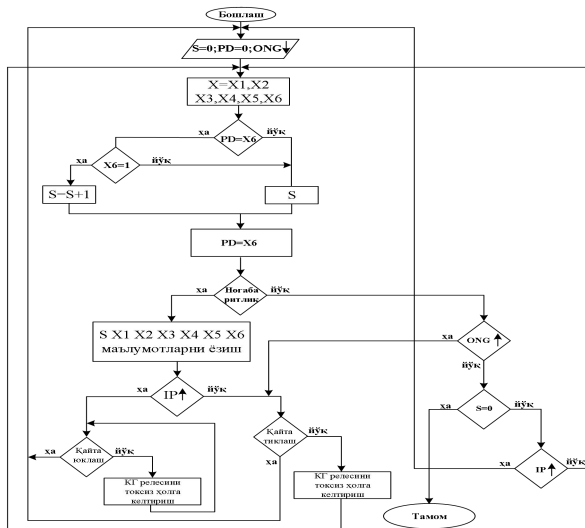


10-расм. Симсиз ва оптик толали алоқа линияси ёрдамида ҳаракат таркибини издан чиқишини назорат қилишнинг такомиллаштирилган усули

Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш қурилмаси ва уни бошқаришнинг ишлаш алгоритми 11- ва 12 - расмларда келтирилган. Ногабаритликни назорат қилиш қурилмасининг ишлаш алгоритмида ID1, ID2, ID3, ID4 ва ID5 лар инфрақизил датчиклар ва PD1 йўл датчик элементлари қўлланилган. Бунда PD1 худудида ўқлар жуфтлиги бўлса X6 ўзгарувчи 1 қийматини, ўқлар жуфтлиги мавжуд бўлмаганида эса 0 хабарини юборади. ID1-ID5 лар габаритларни назорат қиладиган датчиклар бўлиб ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилади (11-расм), ID1-ID5 лар X1-X5 ўзгарувчи бўлиб ногабаритлик аниқланганда 1 қийматни, ногабаритлик аниқланмаганда 0 қийматни ҳосил қилади ва маълумотларни электр марказлаштириш тизими назорат ва бошқариш қурилмасига узатади. Электр марказлаштириш постидаги ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш ва бошқариш қурилмасининг ишлаш алгоритми 12-расмда келтирилган, бунда X6=1 шартда “ҳа” бажарилганда S=S+1 ўқларни санаш жараёни бошланади, PD=X6 шартда эса S ўқларни санамайди. Ногабаритлик аниқланганда S, X1, X2, X3, X4 ва X5 қийматлардан маълумотлар ёзиб олинади ва КГ релеси токсиз ҳолга келади ҳамда чиқиш светофорлари таъқиқловчига ўтади.



11-расм. Контактсиз назорат-габарит қурилмасининг ишлаш алгоритми



12-расм. Электр марказлаштириш постидаги контактсиз назорат-габарит қурилмасининг ишлаш алгоритми

Ишлаб чиқилган контактсиз назорат-габарит қурилмасини диспетчерлик марказлаштириш тизими билан боғлаш ва поезд диспетчери томонидан аниқланган ногабаритликни назорат қилиш имкони пайдо бўлди (13-расм).

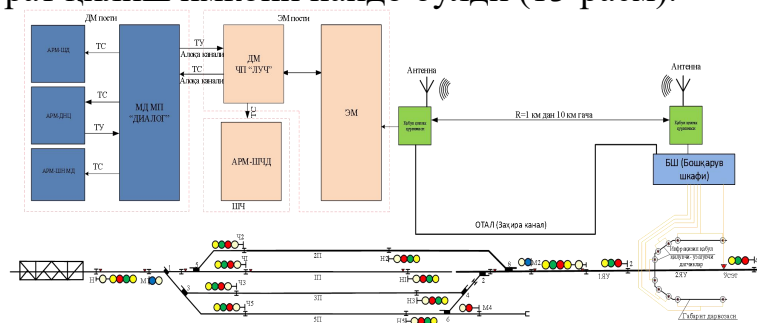
Контактсиз назорат-габарит қурилмасидан узатилган маълумотлар электр марказлаштириш постига симсиз тармоқ ёки оптик толали алоқа линияси орқали узатилади.

Узатилган маълумотлар назорат-габарит қурилмаси билан боғланган электр марказлаштириш тизими схемаси орқали қабул қилинади ва электр марказлаштириш билан диспетчерлик марказлаштиришнинг “ЛУЧ” линияли пунктини боғланиши орқали, “ЛУЧ” дан назорат-габарит қурилмасининг назорат ҳолати “ТС” команда сигнали диспетчерлик марказлаштириш марказий пости “ДИАЛОГ” тизимига узатилади. “ДИАЛОГ” ушбу “ТС” сигналини қабул қилади АРМ ДНЦ, АРМ ШД ва АРМ ШН МД маъсул ходимларига узатади. АРМ-ДНЦ дан контактсиз назорат-габарит қурилмасини бошқариш буйруғи “ТБ” сигналига узатади. “ТБ” сигналини узатиш орқали контактсиз назорат-габарит қурилмани бошланғич ҳолатга ўтказиш ёки ёлғондан ишга тушганида ушбу жараённи бартараф этиш имкони яратилган.

Диссертациянинг **“Ҳаракат таркиби габаритларини ва издан чиқишини назорат қилиш ва бошқаришнинг математик моделларини ишлаб чиқиш”** деб номланган учинчи бобида ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш ва бошқариш жараёни автоматлар назарияси асосида моделлаштирилган, ҳаракат таркиби габаритларини аниқлайдиган инфрақизил датчикларнинг математик модели ишлаб чиқилган, ҳаракат таркиби вагонларидаги ногабаритликларни станцияларда масофавий ташхислашда ўқларни санаш электрон тизими датчиги

Агар IP шarti бажарилмаган вазиятда ёлғон ногабаритлик содир бўлса, ушбу ёлғон ногабаритликни бартараф этиш учун қайта юклаш шarti амалга оширилади ва жараён қайта бошланади.

Ногабаритлик аниқлангандан сўнг тизимни бошланғич ҳолга келтириш учун қайта тиклаш шarti амалга ошади ва схема бошланғич ҳолга келади.



13-расм. Контактсиз назорат-габарит қурилмасини диспетчерлик марказлаштириш тизими билан боғлаш тузилмавий схемаси

математик моделлаштирилган, ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилиш ва бошқариш автоматлар назарияси асосида моделлаштирилган, ҳаракат таркиби габаритларини ва унинг издан чиқишини назорат қиладиган курилмаларининг ишлашини бошқарув автомат Петри тармоғи асосида математик моделлаштирилган.

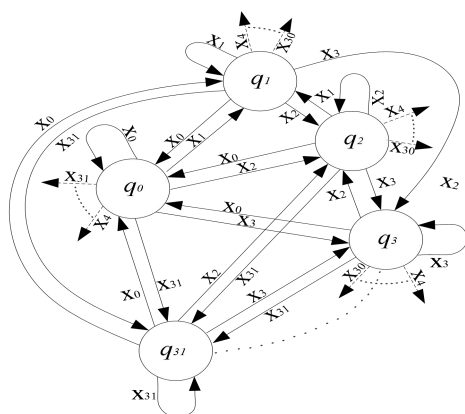
Ҳаракат таркиби габаритларини датчиклар (ИД1, ИД2, ИД3, ИД4 ва ИД5) орқали аниқлашнинг автоматлардаги модели 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Ҳаракат таркиби габаритларини датчиклар орқали аниқлашнинг автоматлардаги модели

Кириш алфавитлар	Инфрақизил датчиклар					Ички алфавитлар	Габаритлик ҳолати
	ИД1	ИД2	ИД3	ИД4	ИД5		
X_0	0	0	0	0	0	q_0	Ҳаракат таркибида ногабаритлик аниқланмаган
X_1	0	0	0	0	1	q_1	Ҳаракат таркибининг ўнг томонида ногабаритлик аниқланган
X_2	0	0	0	1	0	q_2	Ҳаракат таркибининг ўнг томони юқори қиррасида ногабаритлик аниқланган
.
X_{31}	1	1	1	1	1	q_{31}	Ҳаракат таркибининг барча қисмида тўлиқ ногабаритлик аниқланган

ИД1-тўғри йўналиш бўйича ҳаракат таркибининг чап томон ногабаритлигини, ИД2-тўғри йўналиш бўйича ҳаракат таркибининг чап томон юқори ногабаритлигини, ИД3-тўғри йўналиш бўйича ҳаракат таркибининг юқори қисм ногабаритлигини, ИД4-тўғри йўналиш бўйича ҳаракат таркибининг ўнг томон юқори ногабаритлигини ва ИД5-тўғри йўналиш бўйича ҳаракат таркибининг ўнг томон ногабаритликларини аниқлаш датчиклари (14-расм). Натижада, ишлаб чиқилган тизим бутун ҳаракат таркиби бўйлаб ногабарит ҳолатларни аниқлашни комплекс тарзда амалга ошириш имконини беради. Ҳар бир ўқ учун 5 та датчик ҳолатини назорат қилиш кўзда тутилган бўлиб, вагондаги ўқлар сони ортиши билан текширув комбинацияларининг умумий сони ҳам сезиларли даражада ортиб боради.



$$Q \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_{31}\} \quad (5)$$

$$q_0 = \delta(Q, x_0) \quad (6)$$

$$q_1 = \delta(Q, x_1) \quad (7)$$

$$q_2 = \delta(Q, x_2) \quad (8)$$

$$q_3 = \delta(Q, x_3) \quad (9)$$

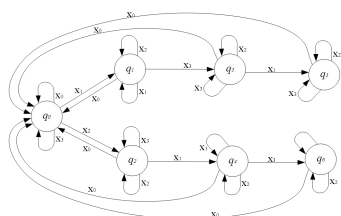
$$\dots$$

$$q_{31} = \delta(Q, x_{31}) \quad (10)$$

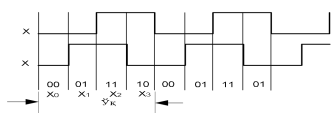
14-расм. Инфрақизил датчикларни бошқарувчи автомат модели

Бу эса, ўз навбатида, вагон бўйича ногабарит ҳолатларни тез аниқлаш имкониятини яратади ва тизим ногабаритлик ҳолатларини аниқлашнинг юқори самарадорлик ва ишончлилигини таъминлайди.

Инфрақизил датчиклар орқали аниқланган ногабаритликларни қайси ўққа тегишли эканлиги ва ҳаракат таркиби йўналишини, ўқларни санаш электрон тизими датчиги билан аниқланади (15-, 16- ва 17- расмлар). Натижада ҳаракат таркибнинг станция йўлларида туриб қолиш вақти 30 дақиқагача қисқаради.



15-расм. Ўқларни санаш электрон тизим датчигининг бошқарувчи автомат модели



16-расм. Ўқларни санаш электрон тизим датчигининг тўғри йўналиш бўйича ўқларни санаши

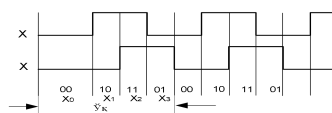
$$q_3 = \{i = 0, i + 1\} \quad (11)$$

$$q_4 = \{i = 0, i + 1\} \quad (12)$$

$$q_5 = \{q_2 - 1\} \quad (13)$$

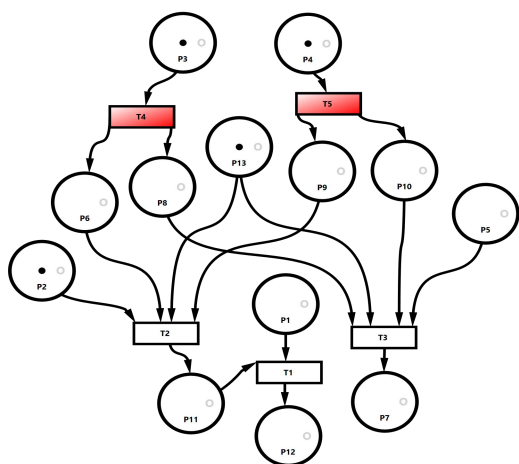
$$q_6 = \{q_4 - 1\} \quad (14)$$

$$X = \begin{matrix} 00, 10, 11, 01 \\ x_0, x_1, x_2, x_3, \end{matrix} \quad (15)$$



17-расм. Ўқларни санаш электрон тизим датчигининг тескари йўналиш бўйича ўқларни санаши

Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш қурилмасининг ишлашини бошқарувчи автоматнинг Петри тармоғи асосидаги математик модели 18-расмда келтирилган.



18-расм. Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш қурилмасини бошқарувчи автоматнинг Петри тармоғида ишлаш алгоритми

Бошқарувчи автоматнинг Петри тармоғида ногабаритликни аниқлаш тизимларининг бир ҳолатдан кейинги ҳолатга ўтиш жараёнларининг кириш (16) ва чиқиш (17) шартлари келтирилган.

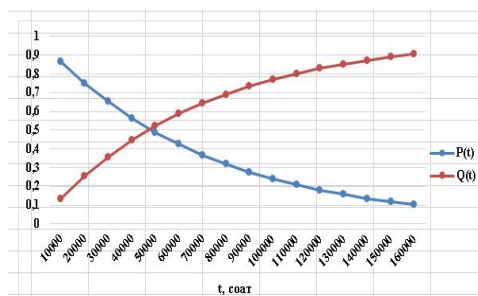
Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимининг ҳолатлари: P1 – тизимни қайта юклаш ва светофорларни очишни текшириш; P2 – тўғри йўналишда поезд яқинлашишини аниқлаш; P3 – ЎСЭТ датчиги устидан поезд

$$I = |i_j \varepsilon| = \begin{matrix} & \begin{matrix} P1 & P2 & P3 & P4 & P5 & P6 & P7 & P8 & P9 & P10 & P11 & P12 & P13 \end{matrix} \\ \begin{matrix} i1 \\ i2 \\ i3 \\ i4 \\ i5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (16)$$

$$O = |o_j \varepsilon| = \begin{matrix} & \begin{matrix} P1 & P2 & P3 & P4 & P5 & P6 & P7 & P8 & P9 & P10 & P11 & P12 & P13 \end{matrix} \\ \begin{matrix} o1 \\ o2 \\ o3 \\ o4 \\ o5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (17)$$

ўтиб кетишини аниқлаш ҳолати; P4 – яқинлашиш участкаси бандлигини текшириш; P5 – тескари йўналишда поезд яқинлашишини текшириш; P6 – тўғри йўналишда ўқларни санаш электрон тизими датчигидан поезд ўтиб кетишини текшириш; P7 – тескари йўналишда ногабаритликни аниқлаш; P8 – тескари йўналишда ўқларни санаш электрон тизими датчигидан поезд ўтиб кетиши; P9 – тўғри йўналишда яқинлашиш участкасини назорат қиладиган реле контактлари ҳолатини текшириш; P10 – тескари йўналишда яқинлашиш участкасини назорат қиладиган реле контактлари ҳолатини текшириш; P11 – тўғри йўналишда ногабаритликни аниқлаш ва чиқиш светофорларини таъқиқловчига ҳолатга ўтиш шарти; P12 – тизимни бошланғич ҳолатга келтириш шарти; P13 – ИД лар орқали аниқланган ногабаритлик ҳолати.

Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилишнинг ўтиш шартлари: T1 – ДСП томонидан тизимни қайтадан тиклаш шартини текшириш; T2 – Ҳаракат таркиби тўғри (жуфт) йўналишдан яқинлашиш участкасини банд қилиб ўқларни санаш электрон тизими датчиги ҳаракат таркиби ўқлари сонини санашни бошлаб назорат-габарит қурилмасидан ўтаётган вазиятда ҳаракат таркибида ногабаритликни текшириш; T3 – Ҳаракат таркиби тескари (ток) йўналишдан яқинлашиш участкасини банд қилиб ўқларни санаш электрон тизими датчиги ҳаракат таркиби ўқлари сонини санашни бошлаб назорат-габарит қурилмасидан ўтаётган вазиятда ҳаракат таркибида ногабаритликни текшириш; T4 – Ҳаракат таркиби яқинлашиш участкасини банд қилиб ўқларни санаш электрон тизими датчигидан ўтганини текшириш; T5 – Ҳаракат таркиби яқинлашиш участкасини банд қилганлигини текшириш.



19-расм. P_{kgu.2}(t) ва Q_{kgu.2}(t) нинг вақтга боғлиқлик графиги

габарит қурилмасининг биринчи носозликка учраш вақти эса

$$T_b = \int_0^{\infty} (2e^{-53,63 \cdot 10^{-6}t} - e^{-107,26 \cdot 10^{-6}t}) dt = 27970 \text{ соат}$$

ва контактсиз ҳаракат таркибининг издан чиқишини назорат қилиш қурилмасининг дастлабки носозликка учраши

$$\text{вақти } T_{\text{укспс}} = \int_0^{\infty} (2e^{-26,392 \cdot 10^{-6}t} - e^{-52,784 \cdot 10^{-6}t}) dt = 56835 \text{ соат}$$

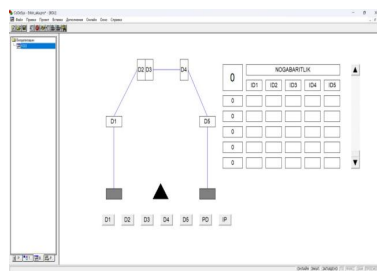
ҳамда электр марказлаштириш постида жойлашган қурилмасининг эса илк носозликка учраш вақти

$$T_{\text{укспс.к}} = \int_0^{\infty} (2e^{-49,43 \cdot 10^{-6}t} - e^{-98,86 \cdot 10^{-6}t}) dt = 30346 \text{ соат}$$

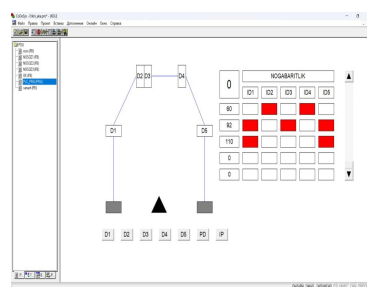
ларга тенглиги ҳисоблаб чиқилган. Шу нуқтаи назардан қурилмани фаол заҳираланган, икки каналли қайта тикланувчан қурилма сифатида ишлаб чиқилган ва икки каналли тизимнинг биринчи носозликка учраш эҳтимоли бир каналли тизимга нисбатан 1,5 баробарга камайтирилган.

CoDeSys ёрдамида таркибидаги ногабаритликларни этишда ишлаб чиқилган (20- ва 21-расм).

темир йўл участкаларида ҳаракат аниқланган бартараф автоматлаштирилган интерфейси



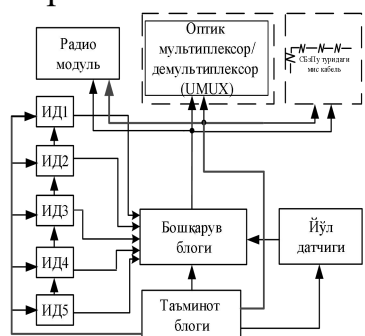
20-расм. Тизимнинг соз ҳолда кўриниши



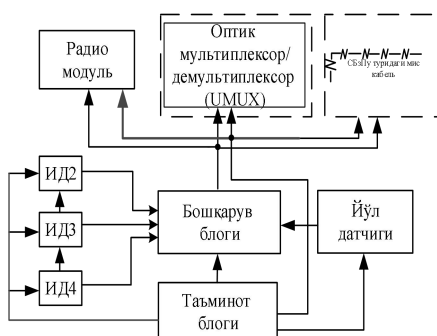
21-расм. Ёлғон ногабаритлик аниқланган ҳолат

“Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш ва бошқариш тизимини ишлаб чиқиш ва татбиқ этиш” деб номланган тўртинчи бобда темир йўл сунъий иншоотларига талафот етказишнинг олдини олишда ҳаракат таркиби габаритларини контактсиз назорат қилиш, ногабаритликларнинг жорий ҳолатларини аниқлаш бўйича электр марказлаштириш тизимига симсиз технологиялар ва оптик толали алоқа линияси орқали маълумотларни жўнатиш, ногабаритликларни аниқлашда датчикларни қўллаган ҳолда микропроцессорли технологиялар билан назорат қилиш ва бошқариш, шунингдек станцияларда қисқа вақтларда масофавий ташҳислаш тизими Бахт темир йўл станциясида ва Сирдарё-Бахт перегони ПК34584+00 да жойлашган КГУ га ва Даштобод-Зомин перегони тоқ йўналиш ПК3552+6 да жойлашган УКСПС га жорий қилинган ва синов жараёнларидан ўтказилган.

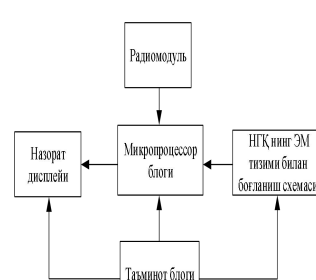
Таклиф қилинаётган тизим бўйича олинган амалий натижалар асосида ҳаракат таркиби ногабаритликларини контактсиз назорат қилиш ва аниқлаш, датчиклар ёрдамида ногабаритликларни ва ушбу ногабаритликлар ҳаракат таркибининг қайси ўқига тўғри келганини аниқланиши, шунингдек маълумотларни симсиз тармоқ ва оптик толали алоқа линияси орқали электр марказлаштириш тизимига узатилиши ва маълумотларни қабул қилиниш амалий усул билан исботланган ва уларнинг блок-схемалари 22-, 23- ва 24-расмларда тасвирланган.



22-расм. Ишлаб чиқилган контактсиз назорат-габарит қурилмасининг блок-схемаси



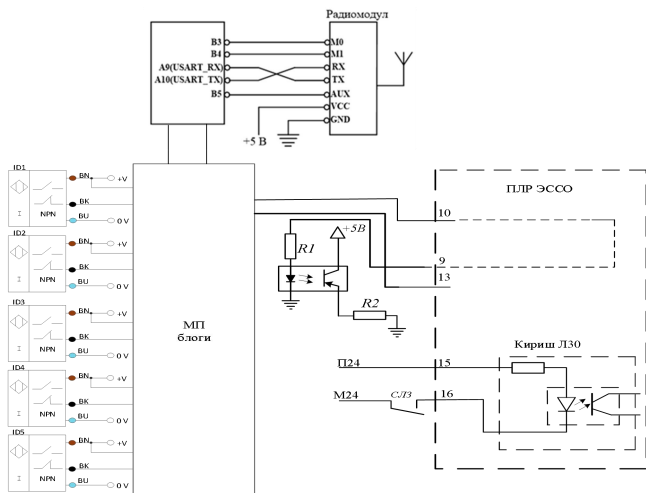
23-расм. Ишлаб чиқилган контактсиз ҳаракат таркибини назорат қилиш қурилмасининг блок-схемаси



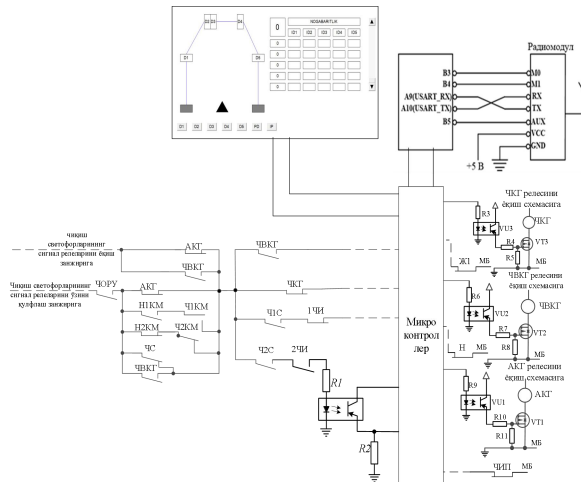
24-расм. Контактсиз назорат - габарит қурилмасининг электр марказлаштириш тизими билан боғлаш блок-схемаси

Контактсиз назорат-габарит қурилмаси майдон қурилмаларидан келган маълумотлар электр марказлаштириш тизими билан боғлаш қурилмаси орқали

қабул қилинади ва ҳаракат таркибларидаги ногабаритликларни микроконтроллер платформасига асосланган рақамли модуллар билан назорат қилиш ва бошқариш, ёлғон ногабаритликлар содир бўлса, тизимни бошланғич ҳолатга қайтариш, тизимни қайта юклашларни амалга ошириш, шунингдек аниқланган ногабаритликларни бартараф этишда автоматлаштирилган иш жойининг интерфейси ишлаб чиқилган (25- ва 26-расм).



25-расм. Ишлаб чиқилган контактсиз назорат-габарит қурилмасининг схемаси



26-расм. Ишлаб чиқилган контактсиз назорат-габарит қурилмасининг электр марказлаштириш тизими билан боғланиш схемаси

Ишлаб чиқилган ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш ва аниқлашнинг контактсиз усули ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш ва бошқариш тизимини рақамлаштиришга ва ҳаракат таркиби ногабаритликларини масофавий ташҳислаш имконини беради. Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимининг жорий этилиши натижасида иқтисодий самарадорликка эришиш вақти ўртача 1,1 йилни ва кутилаётган жами иқтисодий самара 545,5 млн. сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

“Ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимини рақамлаштириш” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган илмий тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилган:

1. Темир йўл участкаларида ҳаракат таркибидаги ногабаритликларни ва унинг издан чиқиш ҳолатларини назорат қилиш қурилмаларининг замонавий ҳолати ҳамда бошқариш тизимидаги муаммолари тадқиқ қилинган. Натижада ҳозирда электрлаштирилган темир йўл участкаларида ҳаракат таркибининг юқори ногабаритликни аниқлаш имкони мавжуд эмаслиги, ногабаритлик вагоннинг қайси юзасида содир бўлганлигини, шунингдек ушбу ногабаритлик ҳаракат таркибидаги қайси ўққа тўғри келиши ва ҳаракат таркибида юз берган барча ногабаритликларни аниқлаш асосий муаммолардан бири эканлиги аниқланган.

2. Илк бор поезддаги барча вагонлар детал қисмлари ва унда жойлашган юкларнинг белгиланган чегаралардан силжишини аниқлаш имконини берувчи

ҳаракат таркиби габаритини контактсиз инфрақизил датчиклар орқали комплекс назорат қилиш ва бошқариш усулининг математик моделлари яратилган. Натижада тизим бутун ҳаракат таркиби бўйлаб ногабаритлик ҳолатларини комплекс аниқлашни таъминлайди, бунда ҳар бир ўқ учун 5 та датчик ҳолатини назорат қилиш кўзда тутилган, вагондаги ўқлар сони ортиши билан умумий текширув комбинациялари сони ҳам ошади, бу эса, ўз навбатида, бутун вагон бўйича ногабаритлик ҳолатларини тезкор аниқлаш имконини беради.

3. Поезд таркибидаги ёлғон ногабаритликни тезкор бартараф этиш имконини берувчи ҳаракат таркиби габаритларининг жорий ҳолати ва уни назорат қилувчи тизимдаги маълумотларни электр марказлаштириш тизимига симсиз узатиш усули ишлаб чиқилган. Натижада қурилма фаол заҳираланган, икки каналли қайта тикланувчан қурилма сифатида ишлаб чиқилган ва икки каналли тизимнинг биринчи носозликка учраш эҳтимоли бир каналли тизимга нисбатан 1,5 баробарга камайтирилган.

4. Ҳаракат таркиби габаритларини ва уни издан чиқишини назорат қилиш тизимини ўрнатиш ординатасини аниқлаш усули йўл профили, белгиланган вақтлар ва локомотивнинг ҳаракат тезлиги ҳамда унинг ҳисобий параметрларини инобатга олган ҳолда тортиш ҳисоблари асосида такомиллаштирилган. Натижада ҳаракат таркиби габаритларини назорат қилиш тизимининг ўрнатиш ординатасининг масофаси 1381 м дан 3006 м гача бўлиши аниқланган.

5. Ҳаракат таркибидаги ногабаритлиликнинг муайян вагонга тўғри келишини ўқларни санашнинг электрон тизимидан фойдаланган ҳолда аниқлаш асосида техник хизмат шохобчаси вагон кўрувчи-таъмирловчиси томонидан ногабарит ҳолатини масофавий тезкор ташҳислаш усули ишлаб чиқилган. Натижада ҳаракат таркибида ногабаритлик ҳолатлари содир бўлганда, ногабаритликларни тезкор аниқлашда ҳаракат таркибларини узунлигидан келиб чиқиб станция йўлларида туриб қолиш вақти 30 дақиқагача камайтирилган.

6. Рақамли модулларни қўллаш орқали темир йўл участкаларида ҳаракат таркибидаги ногабаритликларни ва унинг издан чиқишини аниқлаш усуллари учун блок-схемалар ишлаб чиқилган, шунингдек ногабаритликларни аниқлашда бошқариш ва назорат қилиш учун автоматлаштирилган иш жойини интерфейси яратилган. Натижада бекат навбатчисида ҳаракат таркиби вагонларида юзага келган ногабаритликларни тезкор аниқлаш, шунингдек ёлғон ногабаритликлар содир бўлганда тизимни қайта юклаш орқали поездлар ҳаракат жараёнини тўхтатмасдан давом эттириш имконияти пайдо бўлган.

7. Тадқиқот натижалари “Темирйўлифратузилма” АЖ “Ховос сигналлаштириш ва алоқа масофаси” филиали Сирдарё-Бахт перегони ПК34584+00 да жойлашган КГУ га ва Даштобод-Зомин перегони тоқ йўналиш ПК3552+6 да жойлашган УКСПС га жорий этилган. Натижада электрлаштирилган темир йўл участкаларида ҳаракат таркибида юз берадиган юқори ногабаритликларни ва ногабаритлик вагонларнинг қайси юзасида ва қайси ўққа тегишли вагонда содир бўлганлигини тезкор аниқлаш орқали ҳаракат таркибининг станцияда меъёридан ортиқ вақт туриб қолишнинг олди олиниши ҳисобига яратилган тизимнинг кутилаётган иқтисодий самарадорликка эришиш вақти ўртача 1,1 йилни ва иқтисодий самарадорлик 545,5 млн. сўмни ташкил этган.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТРАНСПОРТНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ХИДИРОВ ЭРКИН ИРГАШЕВИЧ

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ГАБАРИТОВ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за №В2024.3.PhD/Т4952.

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.ziyo.net).

Научный руководитель:

Курбанов Жанибек Файзуллаевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Мамиров Уктам Фарходович
доктор технических наук, профессор

Хаджимухаметова Матлуба Адилевна
доктор технических наук, профессор


Ведущая организация:


Ферганский государственный технический университет


Защита диссертации состоится 23 сентября 2025 г. в 15⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.15/31.08.2022.Т.73.01 при Ташкентском государственном транспортном университете. Адрес: 100167, Ташкент, Темирйулчилар, 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 – 268). Адрес: 100167, Ташкент, ул. Темирйулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан 10 сентября 2025 года.
(реестр протокола рассылки №69 от 10 сентября 2025 года).


Д.И. Илесалиев
Заместитель председателя 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 на участках железнодорожного транспорта резко возрастает необходимость в цифровизации системы контроля и управления габаритами подвижного состава для предотвращения повреждений искусственных сооружений и выявления сходов подвижного состава с рельсов. В настоящее время на магистральных железнодорожных участках развитых стран 6,7% происшествий связано со сходом подвижного состава, а количество аварий, связанных с опасными грузами, составляет 0,2%¹, поэтому создание системы контроля габаритов подвижного состава и его схода на основе современных цифровых беспроводных технологий приобретает актуальное значение. В частности, особое внимание уделяется повышению безопасности движения на железнодорожных участках, контролю и управлению габаритами подвижного состава и его сходом на основе внедрения современных технологий, а также цифровизации системы передачи информации дежурному по станции о соответствующих состояниях.

На железнодорожных участках мира ведутся научно-исследовательские работы, направленные на поддержания исправности устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, предотвращения повреждений искусственных сооружений и путевых устройств негабаритными подвижными составами, расположенных на перегоне и станции. Основными задачами при этом являются определения координат установки устройств и контроля негабаритности подвижного состава и схода хода при приближении к станции, разработка передачи данных посредством беспроводной технологии и оптоволоконной линий связи. В то же время одной из актуальных задач является цифровизация путем разработки схемы увязки устройств контроля габаритов и схода подвижного состава с системой электрической централизации для развития систем управления перевозочными процессами также обеспечить устойчивость безопасности движения поездов и устранить недостатки в системах автоматики и телемеханики.

В нашей Республике осуществляются меры по развитию различных отраслей, в частности, по развитию систем контроля габаритов подвижного состава на железнодорожном транспорте. В постановлении Президента Республики Узбекистан от 10 октября 2023 года № ПП-329 «О мерах по коренному реформированию сферы железнодорожного транспорта Республики Узбекистан» определены меры по коренному реформированию железнодорожного транспорта, в том числе такие задачи, как «...ускорение работ по трансформации и цифровизации железнодорожной сферы, обеспечение качества, безопасности, устойчивости, надёжности и обеспечение функционирования объектов железнодорожного хозяйства, хозяйств электроснабжения, сигнализации и связи, локомотивного хозяйства, единого диспетчерского центра и грузовых станций, а также развитию данных

¹ <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2023-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh>

инфраструктурных объектов...»². В этом направлении, в частности, одной из важных задач является разработка математической модели систем контроля и управления габаритами подвижного состава, а также модернизация и цифровизация устройств контроля габаритов и устройств контроля схода подвижного состава.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 5 октября 2020 года № УП-6079 «Об утверждении стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» и мерах по её эффективной реализации», № 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», № УП-5647 от 1 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта», в постановление № ПП-4426 от 24 августа 2019 года «О дальнейшем повышении ответственности органов государственного и хозяйственного управления и органов исполнительной власти на местах за внедрение новой системы локализации производства и ускорение кооперационных связей в отраслях промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках II приоритетного направления развития науки и технологий Республики «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение»

Степень изученности проблемы. Научные исследования, направленные на совершенствования систем контроля и управления габаритами подвижного состава и его схода, а также обеспечения безопасности движения на железнодорожных участках являются предметом обширных научных исследований, проводимых в ведущих мировых научных центрах и высших учебных заведениях в том числе в Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure Systems (Германия), Transportation Technology Center Inc. (США), Institute of Railway Technology и Monash University (Австралия), China Academy of Railway Sciences и China Railway Rolling Stock Corporation (Китай), Railway Technical Research Institute (Япония), Korea Railroad Research Institute (Южная Корея), а также Российском транспортном университете и Всероссийском научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта (Россия).

Значительный вклад в разработку систем контроля и управления габаритами подвижного состава, мониторинга схода с рельсов и обеспечения безопасности движения на железнодорожных участках внесли многие выдающиеся зарубежные и отечественные учёные, такие как Martin P. Buehler, William W. Hay, U Sprag, Yushen Van, Xideo Sibata, В.Г. Запускалов, В.И. Редькин, А.В. Егиаза, Ю.М. Кравченко, А.М. Анненков, В.И. Жуков, И.М. Майоров, М.А. Шевандин, Л.Н. Петрович, О.В. Штанов, Б.Я. Мокрицкий,

² <https://lex.uz/en/docs/6631604>

Ю.С. Степанов, Ю.И. Гриншпу, В.А. Крапивний, А.А. Волков, Д. Камзолова, Е.М. Розенберг, Е.В. Емельян и другие.

В разработке и совершенствовании методов контроля и управления безопасностью движения поездов на основе модернизации систем и устройств железнодорожной сигнализации, централизации и блокировки значительных результатов достигли известные учёные нашей страны, в том числе 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, Э.К. Аметова, Ф.Ф. Шакирова, А.А. Саитов, Р.Б. Абдуллаев, З.Б. Тошбоев, Б.Б. Рахмонов, А.М. Рахмонбердиев и другие, благодаря проведённым ими научным исследованиям.

Вопросы цифровизации системы контроля габаритов подвижного состава на основе совершенствования принципов и алгоритмов работы существующих систем в части выявления негабаритности подвижного состава, совершенствования системы контроля и управления и его технических характеристик, предотвращения повреждения искусственных сооружений негабаритностью подвижным составом, предотвращения ущерба железнодорожным устройствам в результате схода подвижного состава, его остановки на станции или перегоне, а также бесперебойной передачи информации на пост электрической централизации по беспроводным технологиям и оптоволоконной линии связи, и своевременной оперативной передачи этой информации машинисту поезда и дежурному по станции недостаточно изучены.

Взаимосвязь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где была выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного транспортного университета в рамках хозяйственного договора №61 «Автоматическая локомотивная сигнализации на железнодорожных участках», а также по теме инновационного государственного гранта №ИЗ-2020122814 «Создание цифровых и комплексных модулей для вагон-лаборатории специальной связи для измерения сигналов радиосвязи на железнодорожном транспорте» (2022-2023 г.г.).

Целью исследования является цифровизация системы контроля габаритов подвижного состава.

Задачи исследования:

анализ современного состояния устройств контроля негабаритности подвижного состава и его схода на железнодорожных участках, а также проблем в системе управления;

создание математических моделей метода комплексного контроля и управления габаритом подвижного состава с использованием бесконтактных инфракрасных датчиков;

разработка метода беспроводной передачи в систему электрической централизации данных о текущем состоянии габаритов состава и в систему их контроля;

усовершенствование метода определения ординаты установки системы контроля габаритов подвижного состава и его схода;

разработка метода дистанционной оперативной диагностики негабаритного состояния для осмотрщика-ремонтника вагонов пункта технического обслуживания.

Объектом исследования являются устройства определения негабаритности и контроля схода подвижного состава.

Предметом исследования являются габариты подвижного состава.

Методы исследования. В процессе диссертационного исследования использовались методы системного анализа, математическое моделирование с применением теории автоматов и сетей Петри, а также метод Марковских цепей.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

созданы впервые математические модели метода комплексного контроля и управления габаритом состава с использованием бесконтактных инфракрасных датчиков, позволяющего определять смещение деталей всех вагонов поезда и размещённых в них грузов от установленных границ;

разработан метод беспроводной передачи в систему электрической централизации данных о текущем состоянии габаритов состава и в систему их контроля, позволяющий оперативно устранить ложную негабаритность в составе поезда;

усовершенствован метод определения ординаты установки системы контроля габаритов подвижного состава и его схода на основе тяговых расчётов с учётом профиля пути, заданного времени, скорости движения локомотива и его расчётных параметров;

разработан метод дистанционной оперативной диагностики негабаритного состояния для осмотрщика-ремонтника вагонов пункта технического обслуживания на основе определения совпадения негабаритности в составе поезда с конкретным вагоном с использованием электронной системы счёта осей.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны блок-схемы для методов выявления негабаритности подвижного состава и его схода на железнодорожных участках с использованием цифровых модулей, основанных на микроконтроллерной платформе;

разработан интерфейс автоматизированного рабочего места для управления и контроля при выявлении негабаритности подвижного состава на железнодорожных участках.

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

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в обосновании с использованием математических моделей системы контроля и определения габаритов подвижного состава на основе датчиков, разработке метода передачи

информации о текущем состоянии негабаритности подвижного состава в систему электрической централизации с использованием беспроводных технологий и оптоволоконных линий связи; усовершенствовании метода контроля и управления негабаритности подвижного состава на рабочем месте дежурного по станции с использованием современных энергоэффективных компонентов, интегрированных в микропроцессорные технологии; разработке метода дистанционной диагностики негабаритности подвижного состава на станциях с применением электронной системы счёта осей.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке блок-схем, предназначенных для обнаружения негабаритности и схода подвижного состава на железнодорожных участках с использованием датчиков, обработке данных посредством микроконтроллера, беспроводной передаче информации в систему электрической централизации и сопряжении с данной системой, а также разработке интерфейса автоматизированного рабочего места для управления и контроля, обеспечивающего обнаружение негабаритности, автоматического перезапуска системы и повторную загрузку в случае обнаружения ложных негабаритностей.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по цифровизация системы контроля габаритов подвижного состава:

метод системы цифровизации контроля габаритов подвижного состава внедрен на перегоне Сырдарья-Бахт ПК34584+00 филиала «Хавастская дистанция сигнализации и связи» АО «Темирйўлинфратузилма» (Справка Министерства Транспорта Республики Узбекистан от 10.04.2025 года №4/E504). В результате обеспечено оперативное выявление верхней негабаритности на электрифицированных железнодорожных участках, а также определение части вагона (вагонов) и оси подвижного состава, на которых зафиксировано нарушение, что позволило время его задержки на станционных путях при оперативном выявлении негабаритностей, было сокращено до 30 минут.

бесконтактный метод контроля схода подвижного состава внедрен на перегоне Даштобод-Зомин (нечетное направление, ПК3552+6) филиала «Хавастская дистанция сигнализации и связи АО «Темирйўлинфратузилма» (Справка Министерства Транспорта Республики Узбекистан от 10.04.2025 года № 4/E504). В результате удалось сократить затраты времени на оперативную диагностику схода подвижного состава и нижней негабаритности и вероятность первой неисправности разработанной двухканальной системы снижена в 1,5 раза по сравнению с одноканальной системой.

Апробация результатов исследования. Основное содержание диссертационной работы было представлено и обсуждено на 4 научно-практических конференциях, в том числе на 3 научных конференциях, индексируемых в базе Scopus и 1 республиканской научно-практической конференции.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 8 статей в научных изданиях, рекомендованных для публикации основных научных результатов докторских диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 6 в республиканских и 2 в зарубежных научных

журналах, а также получены авторские свидетельства на 2 программных продукта, зарегистрированных в Агентстве интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений. Объем диссертации составляет 116 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертации обоснована актуальность и необходимость исследования, сформулированы цели и задачи, определены объект и предмет исследования, а также представлено соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Обоснованы научная новизна и практическая значимость исследования, рассмотрены возможные способы применения полученных результатов на практике. Приведены подробные сведения об опубликованных научных работах (статьях) и структура диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Современное состояние и анализ устройств контроля габаритов подвижного состава железных дорог АО «Узбекистон темир йуллари» и зарубежных стран»**, представлен анализ современного состояния систем и устройств сигнализации, централизации и блокировки на железных дорогах АО «Узбекистон темир йуллари», а также причины неисправностей. Рассмотрены классификация, принципы построения, актуальность и современное состояние контрольного габаритного устройства и устройства контроля схода подвижного состава, а также проведён анализ принципов их функционирования на железных дорогах зарубежных стран и выявлены проблемы, имеющиеся в существующих системах АО «Узбекистон темир йуллари».

В 2024 году количество зафиксированных неисправностей в работе устройств сигнализации и связи увеличилось на 5 случаев по сравнению с предыдущим годом: если в 2023 году было зарегистрировано 122 случая сбоев в функционировании систем сигнализации, централизации, блокировки и связи, то в 2024 году их число составило 127 (рис. 1). Для предотвращения подобных неисправностей и значительного сокращения их количества обозначилась необходимость перехода от контактных устройств к бесконтактным.

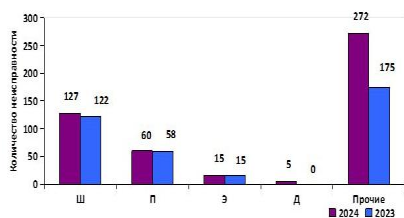


Рис. 1. Количество неисправностей, допущенных хозяйствами

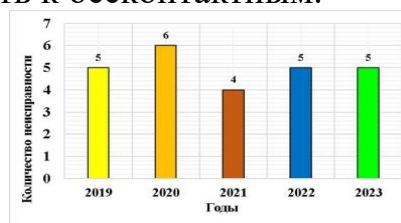


Рис. 2. Количество зафиксированных ложных негабаритностей

В настоящее время в АО «Узбекистон темир йуллари» при существующей системе контроля габаритов подвижного состава применяется контрольный габаритный контур с использованием металлического проводника, что

приводит к его обрыву под воздействием внешних факторов и погодных условий, а также к возникновению ложных сигналов о негабаритности из-за ослабления проводника (рис. 2).

Для устранения этих недостатков актуальной задачей становится переход от проводных контуров к бесконтактным цифровым системам контроля габаритов. Особенно важно решить задачу выявления габаритных нарушений на электрифицированных участках, где отсутствует возможность мониторинга верхней части подвижного состава и локализации мест возникновения отклонений в пределах вагона.

Результаты анализа показывают, что одной из ключевых проблем на железнодорожных участках является точное определение места возникновения негабаритности в подвижном составе. В частности, важно выявить, в какой части вагона произошло отклонение от нормативных габаритов, а также определить, на какую ось состава приходится данное нарушение. Кроме того, необходима идентификация всех случаев негабаритности, произошедших в составе, для последующего анализа и предотвращения подобных ситуаций в будущем.

Во второй главе «Исследование метода определения габаритов подвижного состава и его схода» разработаны методы определения мест установки бесконтактного контрольно-габаритного устройства и устройств контроля схода подвижного состава, контроля габаритов подвижного состава и его схода с использованием инфракрасных датчиков, способы подключения контрольно-габаритного устройства к системе диспетчерской централизации и алгоритм контроля и управления габаритами подвижного состава и его схода.

В целях предотвращения повреждений искусственных сооружений и обеспечения остановки подвижного состава с выявленной негабаритностью на приёмо-отправочном пути станции за счёт своевременного восприятия локомотивами показаний светофорных сигналов, в работе представлены схема размещения контрольно-габаритного устройства (рис. 3) и координаты его установки (рис. 4).

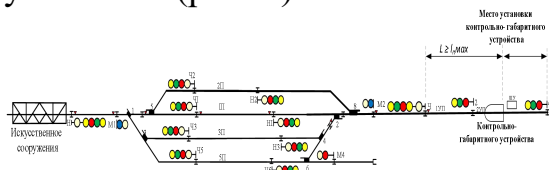


Рис. 3. Схема установки бесконтактного контрольно-габаритного устройства

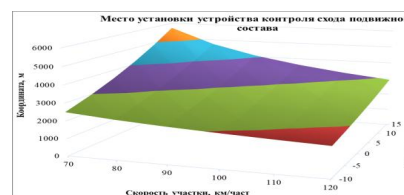


Рис. 4. Координаты установки бесконтактного контрольно-габаритного устройства

Для определения расстояния установки контрольно-габаритных устройств на железнодорожных участках применены следующее выражение (1):

$$L = l_{n,max} + v_{уч} (t_{пер.св} + t_{пр.сиг}) + \frac{500(v_0^2 - v_{жс}^2)}{(1 + \gamma) w_{ax} + w_c + 1000g_p \phi_{кр}}, \quad (1)$$

где $l_{n,max}$ – длина поезда, м; $v_{уч}$ – установленная скорость на перегонах, км/час; $t_{пер.св}$ – время перехода светофора с разрешающего сигнала на запрещающий сигнал, сек; $t_{пр.сиг}$ – время принятия сигнала локомотивом, сек; v_0 – начальная

скорость, км/час; $v_{ж}$ – скорость при жёлтом показании светофора, км/час; $w_{ох}$ – удельная сила сопротивления движению локомотива при его свободном ходе; w_c – дополнительная удельная сила сопротивления движению по сглаженному профилю и плану; $\varphi_{кр}$ – коэффициент трения тормозных колодок; ϱ_p – коэффициент торможения поезда; γ – коэффициент инерции вращающейся массы.

В случае схода подвижного состава, для предотвращения повреждения путевых устройств за счёт своевременного приёма локомотивом сигналов светофора, место установки и координаты устройства контроля схода подвижного состава с рельсов приведены на рисунках 5 и 6, а также в выражениях (2), (3) и (4):

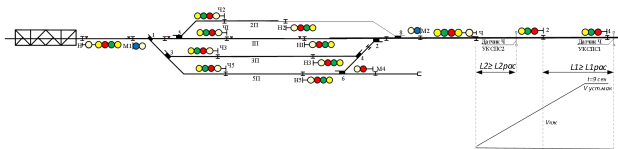


Рис. 5. Схема установки бесконтактного устройства контроля схода подвижного состава

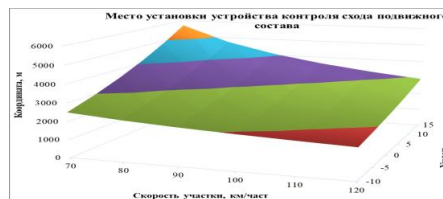


Рис. 6. Координаты установки бесконтактного устройства контроля схода подвижного состава

$$L_{1.рас} = l_{n.мах} + v_{уч} t_{общ} + \frac{500(v_0^2 - v_0^2)}{(1 + \gamma) w_{ох} + w_c + 1000 \varrho_p \varphi_{кр}}, \quad (2)$$

$$t_{общ} = t_{пер.св} + t_{пр.сиг}, \quad (3)$$

$$L_{2.рас} = l_{n.мах} + v_{уч} t_{общ}, \quad (4)$$

где $t_{пер.св}$ – время перехода светофора с разрешающего сигнала на запрещающий сигнал; $t_{пр.сиг}$ – время принятия сигнала локомотивом; v_0 – конечная скорость.

Существующее контрольно - габаритное устройство на железнодорожных участках представлено на рисунке 7. На основе проведенных исследований и расчетов разработана структурная схема усовершенствованного бесконтактного контрольно-габаритного устройства с инфракрасными датчиками (рисунок 8). Габарит подвижного состава контролируется с помощью инфракрасных датчиков: при пересечении излучаемого ими светового луча становится возможным обнаружение габаритных нарушений.

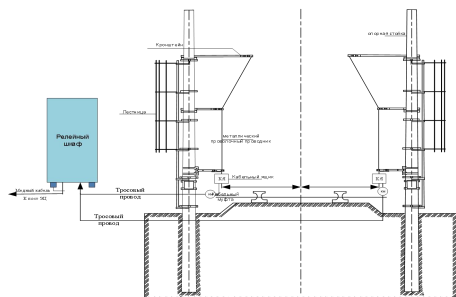


Рис. 7. Структурная схема существующего контрольно-габаритного устройства

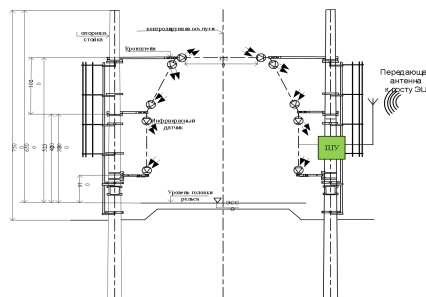


Рис. 8. Структурная схема разработанного бесконтактного контрольно-габаритного устройства

Разработан метод оперативной диагностики габаритных нарушений в вагонах подвижного состава на станциях с использованием электронной системы счёта осей, позволяющей определить, на какой оси произошло

нарушение. В случае возникновения негабаритности в вагоне подвижного состава, она фиксируется с помощью инфракрасных датчиков, размещённых на габаритных воротах. Все процессы определяются и контролируются посредством микропроцессорного шкафа управления, оснащённого программным обеспечением. Полученные данные преобразуются в цифровые сигналы и передаются в пост электрической централизации по беспроводной сети (рисунок 9) или по оптоволоконной линии связи. Также на рисунке 10 представлена бесконтактная система контроля схода подвижного состава с рельсов с использованием инфракрасных датчиков.

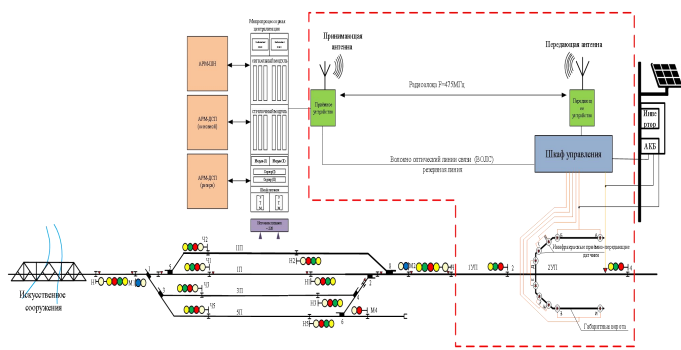


Рис. 9. Метод контроля габаритов подвижного состава с беспроводной и оптоволоконной линии связи

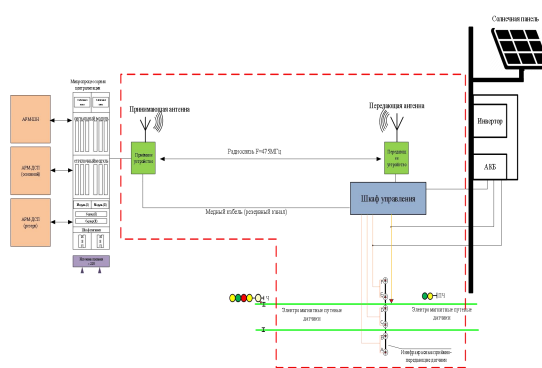


Рис. 10. Метод контроля схода подвижного состава с беспроводной и оптоволоконной линии связи

Алгоритмы работы устройства контроля габаритов подвижного состава и соответствующей системы управления представлены на рис. 11 и 12. В системе контроля негабаритности применяются инфракрасные датчики ID1–ID5 и путевой датчикный элемент PD1. При обнаружении пары осей в зоне действия датчика PD1 переменной X6 присваивается значение 1, при их отсутствии – 0. Датчики ID1–ID5 предназначены для контроля габаритных параметров вагона; значения переменных X1–X5 принимают значение 1 при наличии негабаритного отклонения и 0 при его отсутствии. Полученные данные передаются на устройства контроля и управления, расположенные на посту электрической централизации (рис. 12). На рис. 11 представлена логическая схема работы микропроцессорного устройства на посту централизации. При условии $X6 = 1$ и подтверждении условия «да», инициируется процесс подсчёта осей ($S = S + 1$). В противном случае, если $PD = X6$, подсчёт осей (S) не производится. При фиксации факта негабаритности происходит запись значений переменных S,

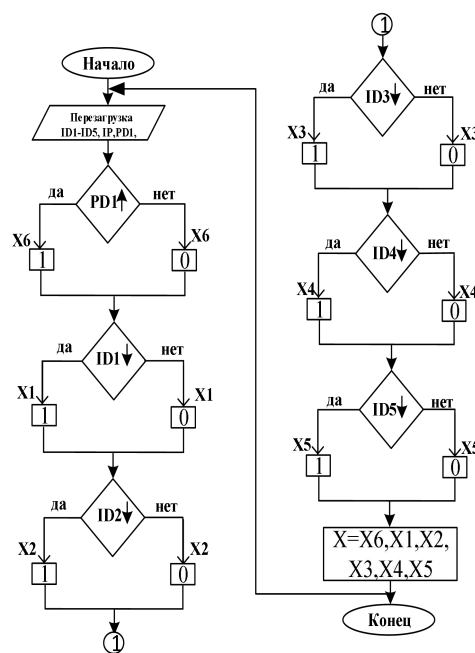


Рис. 11. Алгоритм работы бесконтактного контрольно-габаритного устройства

X1–X5 и реле КГ переводится в обесточенное состояние, а выходные светофоры автоматически переходят в запрещающий сигнал.

В случае, если условие IP не выполняется и выявлена ложная негабаритность, инициируется процедура перезапуска системы для устранения ошибочного срабатывания, после чего алгоритм запускается заново.

После подтверждённого случая негабаритности для восстановления работы системы выполняется команда сброса, в результате чего схема возвращается в исходное состояние.

Разработанное бесконтактное контрольно-габаритное устройство интегрировано с системой диспетчерской централизации, что обеспечивает поезвному диспетчеру возможность в реальном режиме времени отслеживать выявленные случаи негабаритности (рис.13).

Данные, передаваемые с бесконтактного контрольно-габаритного устройства, поступают на пост электрической централизации по беспроводной сети или оптоволоконной линии связи. Принимаются через схему электрической централизации, связанной с контрольным габаритным устройством и далее посредством линейного пункта централизованного управления «ЛУЧ» сигнал о состоянии контроля «ТС» направляется в центральный пост диспетчерского управления «ДИАЛОГ». «ДИАЛОГ» принимает и передаёт сигнал ответственным работникам на АРМ ДНЦ, АРМ ШД и АРМ ШН МД. От АРМ-ДНЦ команда управления бесконтактным контрольным габаритным устройством передаётся в виде сигнала «ТУ». Что позволяет перевести устройство в исходное состояние или устранить ложное срабатывание посредством передачи сигнала «ТУ».

В третьей главе диссертации «Разработка математических моделей контроля и управления габаритами подвижного состава и его схода» процесс контроля и управления габаритами подвижного состава смоделирован на основе теории автоматов, разработана математическая модель инфракрасных датчиков, предназначенных для определения габаритов подвижного состава, а также датчика электронной системы счета осей для оперативной диагностики негабаритности вагонов подвижного состава на станциях, разработан процесс

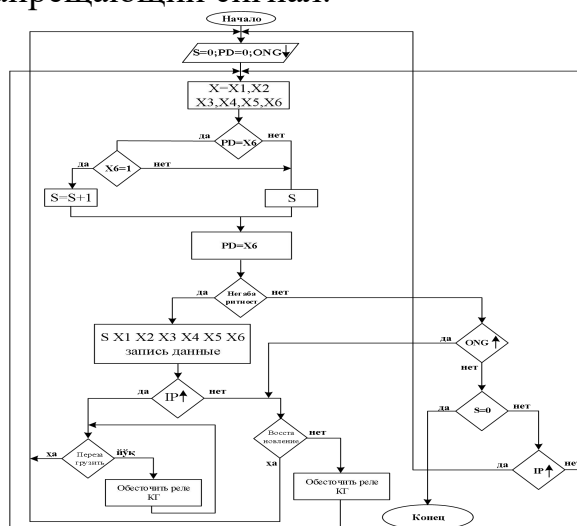


Рис. 12. Алгоритм работы бесконтактного контрольно-габаритного устройства на посту электрической централизации

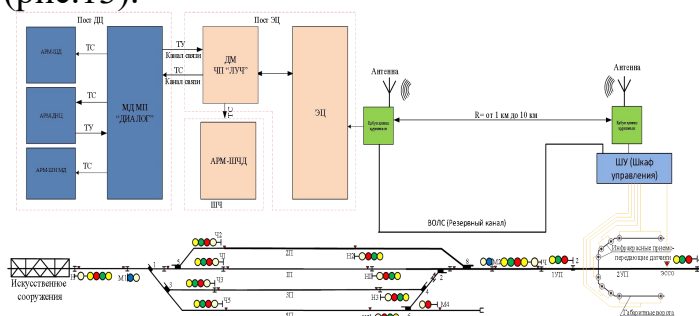


Рис. 13. Структурная схема подключения бесконтактного контрольного габаритного устройства к системе диспетчерской централизации

контроля и управления сходом подвижного состава моделирован на основе теории автоматов, разработана математическая модель работы устройств контроля габаритов подвижного состава и его схода на основе сети Петри управляющей автоматом.

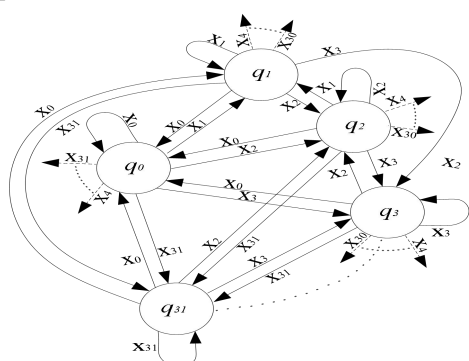
Модель автомата для определения габаритов подвижного состава с использованием инфракрасных датчиков (ИД1, ИД2, ИД3, ИД4 и ИД5) показана в таблице 1.

Таблица 1

Модель автомата для определения габаритов подвижного состава с использованием инфракрасных датчиков

Входные алфавиты	Инфракрасные датчики					Внутренние алфавиты	Состояние габаритности
	ИД1	ИД2	ИД3	ИД4	ИД5		
X_0	0	0	0	0	0	q_0	Негабаритность не обнаружена на подвижном составе
X_1	0	0	0	0	1	q_1	Обнаружена негабаритность на правой стороне подвижного состава
X_2	0	0	0	1	0	q_2	Обнаружена негабаритность в верхнем правом углу подвижного состава
.
X_{31}	1	1	1	1	1	q_{31}	Полная негабаритность по всему подвижному составу

где ИД1 – обнаружение негабаритности левой стороны подвижного состава в прямом направлении движения, ИД2 – обнаружение негабаритности верхней левой стороны подвижного состава в прямом направлении движения, ИД3 – обнаружение негабаритности верхней части подвижного состава в прямом направлении движения, ИД4 – обнаружение негабаритности верхней правой стороны подвижного состава в прямом направлении движения и ИД5 – предназначен для обнаружения негабаритности правой стороны подвижного состава в прямом направлении движения (рис. 14). В результате разработанная система позволяет комплексно осуществлять обнаружение негабаритности по всему подвижному составу. Для каждой оси предусмотрен контроль по 5 датчикам, и по мере увеличения числа осей в вагоне общее количество проверочных комбинаций значительно возрастает.



$$Q \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_{31}\} \quad (5)$$

$$q_0 = \delta(Q, x_0) \quad (6)$$

$$q_1 = \delta(Q, x_1) \quad (7)$$

$$q_2 = \delta(Q, x_2) \quad (8)$$

$$q_3 = \delta(Q, x_3) \quad (9)$$

.....

$$q_{31} = \delta(Q, x_{31}) \quad (10)$$

Рис. 14. Модель управляющего автомата инфракрасными датчиками

Это, в свою очередь, обеспечивает возможность быстрой идентификации негабаритных состояний по вагону и гарантирует высокую эффективность и надёжность системы при обнаружении негабаритности.

Негабаритность, выявленная с помощью инфракрасных датчиков (ИД1...ИД5), определяется в отношении конкретной оси подвижного состава, а направление его движения устанавливается с использованием датчиков электронной системы счёта осей (рис. 15, 16, 17). В результате время задержки подвижного состава на станционных путях сокращается до 30 минут.

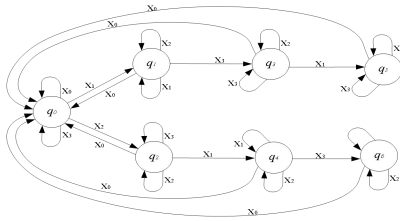


Рис. 15. Модель управляющего автомата датчика электронной система счёта осей

$$q_3 = \{i=0, i+1\} \quad (11)$$

$$q_4 = \{i=0, i+1\} \quad (12)$$

$$q_5 = \{q_2 - 1\} \quad (13)$$

$$q_6 = \{q_4 - 1\} \quad (14)$$

$$X = \begin{matrix} 00, 10, 11, 01 \\ x_0, x_1, x_2, x_3, \end{matrix} \quad (15)$$

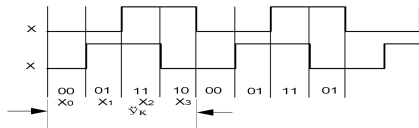


Рис. 16. Счет осей в правильном направлении с помощью датчика электронной системы счёта осей

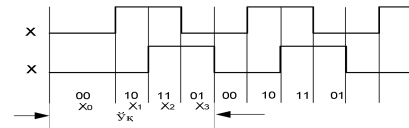


Рис. 17. Счет осей в неправильном направлении с помощью датчика электронной системы счёта осей

Математическое моделирование работы устройства контроля габаритов подвижного состава на основе управляющего автомата сети Петри отображено на рис. 18.

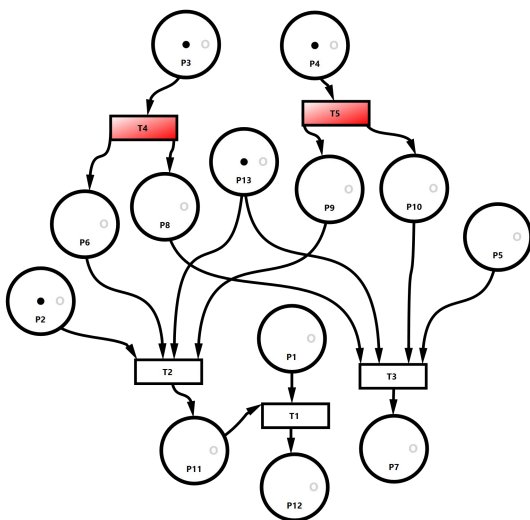


Рис. 18. Алгоритм работы управляющего автомата устройством контроля габаритов подвижного состава в сети Петри

$$I = |i_j \epsilon| = \begin{matrix} & P1 & P2 & P3 & P4 & P5 & P6 & P7 & P8 & P9 & P10 & P11 & P12 & P13 \\ \begin{matrix} i1 \\ i2 \\ i3 \\ i4 \\ i5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (16)$$

$$O = |o_j \epsilon| = \begin{matrix} & P1 & P2 & P3 & P4 & P5 & P6 & P7 & P8 & P9 & P10 & P11 & P12 & P13 \\ \begin{matrix} o1 \\ o2 \\ o3 \\ o4 \\ o5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (17)$$

Переходные процессы в системе обнаружения негабаритности, реализованные в сети Петри управляющего автомата, могут быть представлены в виде набора входных (условие 16) и выходных (условие 17) состояний.

Состояния системы контроля габаритов подвижного состава: Р1 – перезагрузка системы и проверка открытия светофоров; Р2 – определение приближения поезда в прямом направлении; Р3 – определение прохождения поезда через датчики электронной системы счета осей; Р4 – проверка занятости участка приближения; Р5 – определение приближения поезда в обратном направлении; Р6 – контроль прохождения поезда через датчики электронной системы счета осей в прямом направлении; Р7 – обнаружение негабаритности в обратном направлении; Р8 – контроль прохождения поезда через датчики электронной системы счета осей в обратном направлении; Р9 – проверка состояния контактов реле контроля участка приближения в прямом направлении; Р10 – проверка состояния контактов реле контроля участка приближения в обратном направлении; Р11 – обнаружение негабаритности в прямом направлении и переход в запрещающее состояние выходных светофоров; Р12 – условие возврата системы в исходное состояние; Р13 – обнаружение негабаритности с помощью инфракрасных датчиков.

Условия перехода системы контроля габаритов подвижного состава: Т1 – проверка условия восстановления системы дежурным по станции (ДСП); Т2 – контроль негабаритности подвижного состава при прохождении через контрольно-габаритное устройство в прямом (четном) направлении, при занятии участка приближения и начале счета осей датчиком электронной системы счета осей; Т3 – контроль негабаритности подвижного состава при прохождении через контрольно-габаритное устройство в обратном (нечетном) направлении, при занятии участка приближения и начале подсчета осей датчиком электронной системы счета осей; Т4 – проверка прохождения подвижного состава через датчик электронной системы счета осей после занятия участка приближения; Т5 – проверка факта занятия участка приближения подвижным составом.

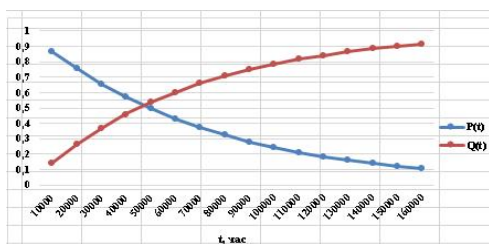


Рис. 19. График зависимости Pkgu.2(t) и Qkgu.2(t) от времени

При определении надёжности системы контроля и управления габаритами подвижного состава использована Марковская цепь. Взаимосвязь между вероятностью отказа системы и вероятностью её безотказной работы представлена на рис. 19.

Определено время до первого отказа путевого устройств бесконтактного контрольно-габаритного устройства составляет $T_{kgu} = \int_0^{\infty} (2e^{-27,97 \cdot 10^{-6}t} - e^{-54,94 \cdot 10^{-6}t}) dt = 54605 \text{ час}$, время до первого отказа бесконтактное контрольно-габаритное устройство, установленное в посту электрической централизации составляет $T_b = \int_0^{\infty} (2e^{-53,63 \cdot 10^{-6}t} - e^{-107,26 \cdot 10^{-6}t}) dt = 27970 \text{ час}$, в то время как время до первого отказа устройств бесконтактного контроля схода подвижного состава, составляет $T_{укснс} = \int_0^{\infty} (2e^{-26,392 \cdot 10^{-6}t} - e^{-52,784 \cdot 10^{-6}t}) dt = 56835 \text{ час}$, а также время до первого отказа оборудования, расположенного на посту электрической централизации, составляет $T_{укснс.к} = \int_0^{\infty} (2e^{-49,43 \cdot 10^{-6}t} - e^{-98,86 \cdot 10^{-6}t}) dt = 30346 \text{ час}$.

Также установлено, что вероятность первого отказа двухканальной системы снижена в 1,5 раза по сравнению с одноканальной. С учётом этого, контрольное устройство разработано как активно резервируемое, двухканальное и самовосстанавливаемое.

С использованием программы CoDeSys разработан интерфейс автоматизированного рабочего места для устранения выявленной негабаритности подвижного состава на железнодорожных участках (рисунки 20 и 21).

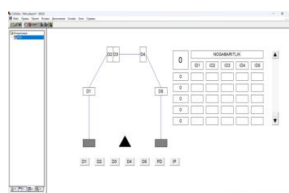


Рис. 20. Вид системы в исправном состоянии

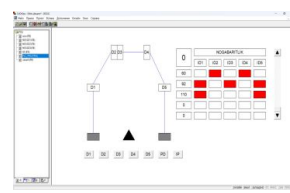


Рис. 21. Состояние обнаружения ложной негабаритности

В четвёртой главе «Разработка и внедрение системы контроля и управления габаритами подвижного состава», представлены решения по бесконтактному контролю габаритов подвижного состава с целью предотвращения повреждений железнодорожных искусственных сооружений, передаче данных о текущих негабаритностях в систему электрической централизации с использованием беспроводных технологий и оптоволоконных линий связи, а также контролю и управлению с применением микропроцессорных технологий и датчиков. Кроме того, описана система дистанционной диагностики, обеспечивающая сокращение времени выявления негабаритностей на станциях. Система внедрена и прошла испытания на железнодорожной станции Бахт, в пункте КГУ, расположенном на перегоне Сырдарья – Бахт, ПК34584+00, а также в пункте УКСПС, размещённом на перегоне Даштобод – Зомин, нечётное направление, ПК3552+6.

На основе полученных практических результатов по предлагаемой системе установлена возможность бесконтактного контроля и обнаружения негабаритных элементов подвижного состава, а также определения с помощью датчиков, на какую именно ось подвижного состава приходится выявленная негабаритность также подтверждена передача информации в систему электрической централизации через беспроводную сеть и волоконно-оптическую линию связи, а также успешный приём этих данных и данный процесс подтверждён практическим методом, а его блок-схемы приведены на рисунках 22, 23 и 24.

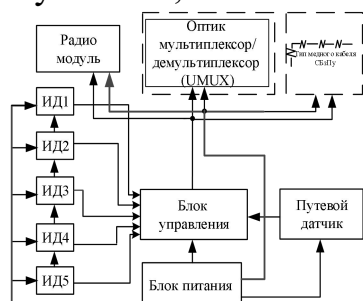


Рис. 22. Блок-схема разработанного бесконтактного контрольно-габаритного устройства

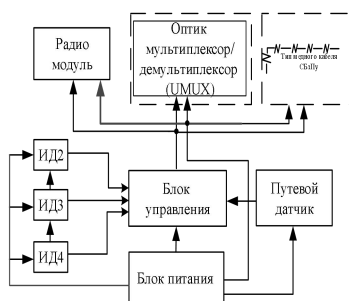


Рис. 23. Блок-схема разработанного бесконтактного устройства контроля схода подвижного состава

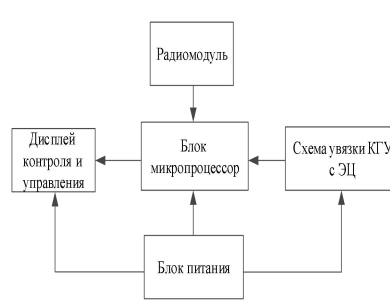


Рис. 24. Блок-схема интеграции бесконтактного контрольно-габаритного устройства с системой электрической централизации

Данные, поступающие от путевых устройств бесконтактного контрольно-габаритного устройства, принимаются с помощью устройства увязки с системой электрической централизации, а контроль и управление негабаритностью подвижного состава осуществляются с помощью цифровых модулей на базе микроконтроллерной платформы. В случае ложных срабатываний система возвращается в исходное состояние и выполняется её перезапуск, а для устранения выявленных негабаритностей разработан интерфейс автоматизированного рабочего места (рисунки 25 и 26).

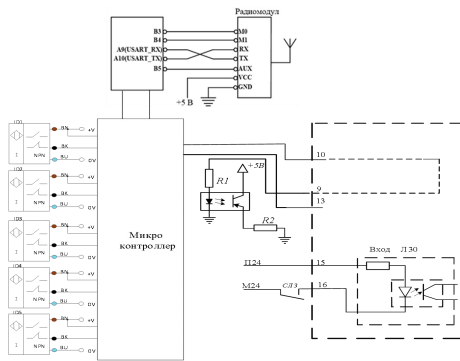


Рис. 25. Принципиальная схема разработанного бесконтактного контрольного габаритного устройства

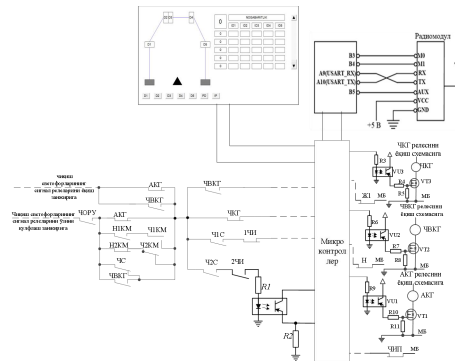


Рис. 26. Схема увязка разработанного бесконтактного контрольного габаритного устройства с системой электрической централизации

Разработанный бесконтактный метод контроля и обнаружения габаритов подвижного состава обеспечивает цифровизацию системы контроля и управления габаритами, а также возможность дистанционной диагностики негабаритности. Внедрение системы бесконтактного контроля габаритов подвижного состава позволяет достичь экономической эффективности со средним сроком окупаемости около 1,1 года, при ожидаемом общем экономическом эффекте в размере 545,5 млн сумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам научных исследований, проведённых по теме диссертации на соискание учёной степени доктора философии (PhD) на тему «Цифровизация системы контроля габаритов подвижного состава», представлены следующие выводы:

1. Исследованы современное состояние устройств контроля негабаритности и схода подвижного состава на железнодорожных участках, а также проблемы в системе управления. В результате установлено, что на электрифицированных железнодорожных участках в настоящее время отсутствует возможность выявления верхней негабаритности подвижного состава, определения стороны вагона, на которой возникла негабаритность, а также оси, на которую приходится данная негабаритность, и выявление всех случаев негабаритности в подвижном составе остаётся одной из основных проблем.

2. Разработаны впервые математические модели метода комплексного контроля и управления габаритом состава с использованием бесконтактных

инфракрасных датчиков, позволяющего определять смещение деталей всех вагонов поезда и размещённых в них грузов от установленных границ. В результате система обеспечивает комплексное выявление негабаритности по всему составу, при этом предусмотрен контроль состояния 5 датчиков для каждой оси. С увеличением количества осей в вагоне возрастает и общее число комбинаций проверок, что, в свою очередь, позволяет оперативно выявлять негабаритность по всему вагону.

3. Разработан метод беспроводной передачи в систему электрической централизации данных о текущем состоянии габаритов состава и в систему их контроля, позволяющий оперативно устранить ложную негабаритность в составе поезда. В результате устройство было реализовано как активно резервируемое, двухканальное самовосстанавливающееся устройство, и вероятность первой неисправности двухканальной системы снижена в 1,5 раза по сравнению с одноканальной системой.

4. Усовершенствован метод определения ординаты установки системы контроля габаритов подвижного состава и его схода на основе тяговых расчётов с учётом профиля пути, заданного времени, скорости движения локомотива и его расчётных параметров. В результате установлено, что расстояние установки ординаты системы контроля габаритов состава составляет от 1381 м до 3006 м.

5. Разработан метод дистанционной оперативной диагностики негабаритного состояния для осмотрщика-ремонтника вагонов пункта технического обслуживания на основе определения совпадения негабаритности в составе поезда с конкретным вагоном с использованием электронной системы счёта осей. В результате, при возникновении негабаритности в подвижном составе, время его задержки на станционных путях при оперативном выявлении негабаритностей, в зависимости от длины состава, было сокращено до 30 минут.

6. Разработаны блок-схемы для методов обнаружения негабаритности подвижного состава и его схода на железнодорожных участках с использованием цифровых модулей, а также создан интерфейс автоматизированного рабочего места для управления и контроля процесса обнаружения негабаритности. В результате у дежурного по станции появилась возможность оперативно выявлять негабаритность вагонов подвижного состава, а при ложных срабатываниях перезагружать систему без остановки движения поездов.

7. Результаты исследования были внедрены на КГУ, расположенном на ПК34584+00 перегона Сырдарья-Бахт филиала «Хавастская сигнализация и связи» АО «Темирйўлинфратузилма», и на УКСПС, размещённом на ПК3552+6 нечётного направления перегона Даштобод-Зомин. В результате на электрифицированных железнодорожных участках обеспечена оперативная идентификация верхней негабаритности подвижного состава, а также стороны и номера оси вагона, где возникла негабаритность, что позволило сократить нормативное время простоя подвижного состава на станции. Ожидаемый срок достижения экономической эффективности внедрённой системы составляет в среднем 1,1 года, а экономический эффект – 545,5 млн. сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.15/31.08.2022.T.73.01 FOR THE AWARDING
OF SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE
TRANSPORT UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

KHIDIROV ERKIN IRGASHEVICH

DIGITALIZATION OF THE ROLLING STOCK SIZE CONTROL SYSTEM

05.08.03 – Operation of railway transport

**DISSERTATION ABSTRACT
of the doctor of philosophy (PhD) on technical sciences**

Tashkent – 2025

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and innovation of the Republic of Uzbekistan under №B2024.4.PhD/T4952.

The doctoral 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 sciences in technics, professor

Official opponents:

Mamirov Uktam Farxodovich
doctor of sciences in technics, professor

Xadjimuhametova Matluba Adilovna
doctor of sciences in technics, professor

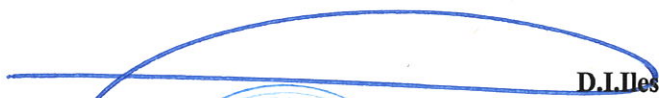
Leading organization:


Fergana state technical university


The defense will be take place on 23.09.2025 at 15⁰⁰ at the meeting of Scientific Council at the Scientific Council PhD.15/31.08.2022.T.73.01 Tashkent state transport university. Address: 1, Temiryo'Ichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone:(+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz

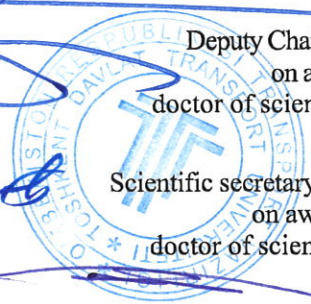
The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information - Resource Center of the Tashkent state transport university (Registration number – 268). Address: 1, Temiryo'Ichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66.

Abstract of the dissertation is posted 10.09.2025.
(Mailing Protocol №69 dated 10.09.2025).


D.I. Ilesaliev
Deputy 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 dissertation)

The aim of the research is to digitalization of the rolling stock size control system.

Tasks of the research: analysis of the current state of rolling stock out-of-gauge and derailment monitoring devices on railway sections, as well as problems in the control system; development of mathematical models of a method for comprehensive monitoring and control of rolling stock clearance using non-contact infrared sensors; development of a method for wireless transmission of data on the current state of rolling stock clearance and monitoring system information to the electrical interlocking system; improvement of the method for determining the installation coordinates of the monitoring system for rolling stock clearance and derailment; development of a method for remote rapid diagnostics of clearance violations by the wagon inspector-repairer of the maintenance facility.

Object of study is devices for detecting out-of-gauge conditions and monitoring derailments of rolling stock.

Scientific novelty of the study is the following:

for the first time, mathematical models have been developed for a method of comprehensive monitoring and control of the rolling stock clearance using non-contact infrared sensors, which makes it possible to detect displacement of all wagon components and loaded cargo beyond the specified limits;

a method has been devised for wireless transmission of data on the current state of rolling stock clearance and its monitoring system to the electric interlocking system, enabling the rapid elimination of false out-of-gauge indications in the train consist;

the method for determining the installation ordinate of the clearance and derailment monitoring system has been improved on the basis of traction calculations, taking into account the track profile, designated time intervals, locomotive speed, and its calculated parameters;

a remote rapid diagnostic method has been developed to identify out-of-gauge conditions in a specific wagon of the train consist by employing an electronic axle-counting system, thereby enabling wagon inspectors and repair personnel at the technical service station to promptly address the abnormal state.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, A list of used literature and applications. The volume of the dissertation is 116 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (часть I, part I)

1. Курбанов Ж.Ф., Хидиров Э.И. Темир йўл таркиби габаритларини контактсиз назорат қилишнинг микропроцессорли тизими // Транспорт воситалари ва йўллар илмий журнали. –2024. –№1. –29-36 б. (05.00.00; Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2020 йил 30 июлдаги 01-10/1103-сонли хати).

2. Курбанов Ж.Ф., Хидиров Э.И., Рихсиев Д.Х. Темир йўл транспортида габаритларни микропроцессорли ўлчаш тизимлари // Транспорт воситалари ва йўллар илмий журнали. – 2024. – №1. – 55-62 б. (05.00.00; Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2020 йил 30 июлдаги 01-10/1103-сонли хати).

3. Курбанов Ж.Ф., Хидиров Э.И. Перспективная контрольно-габаритная устройства на основе современных бесконтактных элементов для применения на железнодорожном транспорте // Железнодорожный транспорт: актуальные задачи и инновации, – 2024. – №1. – С.187-193. (05.00.00; Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2020 йил 30 июлдаги 01-10/1103-сонли хати).

4. Курбанов Ж.Ф., Хидиров Э.И. Яронова Н.В. Интеграция устройства контроля габаритов на железнодорожных участках с системой диспетчерской централизации // Железнодорожный транспорт: актуальные задачи и инновации. – 2024. – №2. – С.18-25. (05.00.00; Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2020 йил 30 июлдаги 01-10/1103-сонли хати).

5. Kurbanov J.F., Sattarov X.A., Xidirov E.I. Infraqizil datchiklar yordamida poezd harakat tarkibi gabaritini nazorat qilish usuli // Muxammad al-Xorazmiy avlodlari. – 2024. – № 2 (28). – iyun. – 122-126b. (05.00.00; №10).

6. E.I. Khidirov. Microprocessor system for contactless control of derailment of railway rolling stock and delicate dimensions // Journal of Transport. – Volume 1. – Issue 4 december. – 2024 (05.00.00; Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2020 йил 30 июлдаги 01-10/1103-сонли хати).

7. Kurbanov J.F., Xidirov E.I. Creation of a mathematical model of control and management of traffic composition dimensions based on the theory of finite automata // The scientific journal of vehicles and roads. – 2025. – №1. – 6-14 p. (05.00.00; Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2020 йил 30 июлдаги 01-10/1103-сонли хати).

8. Хидиров Э.И., Курбанов Ж.Ф., Яронова Н.В. Определение надежности системы контроля габаритов подвижного состава // Транспорт, наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2025. – №7, – С.11-15. (05.00.00; №82).

II бўлим (часть II, part II)

9. Janibek F. Kurbanov. Natalya V. Yaronova, Erkin I. Khidirov. Microprocessor based system for identifying oversizes in railway transport // 2024 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). doi:10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515796. (Scopus).

10. Janibek F. Kurbanov. Natalya V. Yaronova, Erkin I. Khidirov // Contactless control system is a dimensional device for monitoring rolling stock in the Process of their Movement. – 2024 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon). (Scopus).

11. Natalya V. Yaronova, Erkin I. Khidirov, Janibek F. Kurbanov // Duties and obligations of the railway staff concerned when the microprocessorized contactless controlling gauge device signal is triggered. Lecture Notes in Electrical Engineering, – 2025, – 1324 LNEE, doi:https://doi.org/10.1007/978-3-031-82494-4_6. (Scopus).

12. Xidirov Erkin Irgashevich. “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ ning signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka qurilmalaridagi nosozliklar tahlili // Transportda resurs tejamkor texnologiyalar xorijiy olimlari ishtirokidagi xalqaro ilmiy-texnika anjumani maqolalari to‘plami.– 2022 yil. – 2-3 dekabr – 677-679 b .

13. Xidirov E.I., Jonikulov E.Sh., Yunusova G.U., Yo‘ldashev I.A. Temir yo‘l avtomatika va telemexanikasi kontaktsiz nazorat-gabarit qurilmasini (KGU) boshqarish va uning nazorat qilish tizimini dasturiy ta‘minot. DGU 39506. O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi. O‘zbekiston. Toshkent 23.05.2024.

14. Xidirov E.I., Kurbanov J.F., Qodirov I.A.. Temir yo‘l harakat tarkibini izdan chiqishini nazorat qilish qurilmasining (UKSPS) mikroprotessorli boshqarish va nazorat qilish dasturiy ta‘minoti boshqarish va uning nazorat qilish tizimini dasturiy ta‘minot. DGU 42030. O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi. O‘zbekiston. Toshkent 07.08.2024.

Автореферат “ТДТрУ ахборотномаси” илмий-амалий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди (8.09.2025 й.).

Қоғоз бичми 60x84/16. Ризограф босма усули Times New Roman гарнитураси.
Шартли босма табағи: 2,7 б.т. Адади: 100 нусха. Буюртма
№ 43-24/2025. Нашрга рухсат этилди: 10.09.2025-й.

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