

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ Ph.D.1S/30.12.2019.T.73.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТИ УНИВЕРСИТЕТИ

ШАКИРОВА ФЕРУЗА ФАЙЗИТДИНОВНА

ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТИДА
АВТОМАТИКА ВА ТЕЛЕМЕХАНИКА ТИЗИМЛАРИ УЧУН
БИРЛАШТИРИЛГАН МИКРОЭЛЕКТРОН ИМПУЛЬС ШАКЛЛАНТИРГИЧ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ншлатиш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент– 2021

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

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

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

Шакирова Феруза Файзитдиновна

Темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика тизимлари учун
бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргич 5

Шакирова Феруза Файзитдиновна

Интегрированный микроэлектронный импульсный формирователь
систем автоматки и телемеханики железнодорожного транспорта ... 23

Shakirova Feruza Fayzitdinovna

Integrated Microelectronic Pulse Shaper for railway transport automation
and telemechanic systems 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

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

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

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТИ УНИВЕРСИТЕТИ

ШАКИРОВА ФЕРУЗА ФАЙЗИТДИНОВНА

ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТИДА
АВТОМАТИКА ВА ТЕЛЕМЕХАНИКА ТИЗИМЛАРИ УЧУН
БИРЛАШТИРИЛГАН МИКРОЭЛЕКТРОН ИМПУЛЬС ШАКЛЛАНТИРГИЧ

05.08.03 – Темир йўл транспортини шлатиш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент– 2021

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/T1863 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

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

| | |
|---------------------|--|
| Илмий раҳбар: | Арипов Назиржан Мукарамович техника фанлари доктори, профессор |
| Расмий оппонентлар: | Улжаев Эркин техника фанлари доктори, профессор Хаджимухателова Матлуба Адилловна техника фанлари номзоди, доцент |
| Етакчи ташкилот: | Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети |

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 рақамли Илмий Кенгашнинг 2021 йил "18" 12 соат 10 дақиқасида бўлиб ўтди. Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1 уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@istu.uz


Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (045 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1 уй. Тел: (99871) 299-05-66.

Диссертация автореферати 2021 йил "04" 12 кун тарқатилди.
(2021 йил "04" 12 дақиқасидаги 039 рақамли реестр баённомаси).

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

Я.О. Рузметов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
т.ф.н., доцент

М.М. Расулов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар раис Уринбосари,
т.ф.н., профессор



КИРИШ (фалсафа доктори диссертацияси (PhD) аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда поездлар ҳаракатини ташкил этиш, поездлар ва қурилмалар ҳавфсизлигини таъминлаш, темир йўл транспортини бошқаришни ривожлантириш вазибаларини микроэлектрон элементларига эга бўлган автоматика, телемеханика воситалари ва жиҳозлари асосида микропроцессорли тизимларини яратиш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Масалан, МДХ давлатлари темир йўлларида кодли йўл ва маятникли трансмиттерларнинг ўрнига электрон трансмиттерларни жорий этиш натижасида эксплуатацион харажатлар 10-12% га камайган. Шу сабабли, модернизация жараёнида, маҳаллий замонавий микропроцессорли тизимларда контактли трансмиттерли қурилмалар ва улар асосидаги схемалардан воз кечиб, юкори тезлик, ҳавфсизлик ва уларни ишлаб турган тизимлар билан мувофиқлигини таъминлайдиган, контактсиз микроэлектрон қурилмаларни амалиётга жорий этишни тақозо этади. Бу борада, Россия, Япония, Германия, АКШ, Англия, Хитой, Испания каби ривожланган мамлакатларида ва бошқа хорижий давлатларда темир йўл транспорти автоматика ва телемеханика тизимларини ишлаб чиқиш ва лойиҳалашда элементлар ишончилиги мустаҳкамлиги ва ўзини ўзи ташхислашга, шу билан бирга ишончли, барқарор сигналларни ишлаб чиқувчи ва узатувчи микроэлектрон қурилмаларни яратиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Дунёда темир йўл автоматика ва телемеханикаси тизимлари, қурилмалари ва элементларини такомиллаштириш билан боғлиқ бўлган микроэлектрон қурилмаларни яратишга, шунингдек замонавий даражада назорат қилиш ва контактсиз кодлаш қурилмаларини таҳлил қилишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, бугунги кун талабига жавоб берадиган энергия ва ресурсларни тежовчи элементлар асосида микроэлектрон код шакллантиргичларни ривожлантириш; автоматика ва телемеханикада долзарб бўлган контактсиз қуриламалардан фойдаланиш бўйича оптимал математик моделларни яратиш; янги микроэлектрон шакллантиргичлар схемаларни йиғиш; кодлаш ва бошқаришга мўлжалланган микроконтроллерлар асосидаги микроэлектрон импульс шакллантиргичларни, уларнинг ишлаш алгоритмлари ва дастурий таъминотини яратишни асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда транспорт жабҳаларини ривожлантириш чора-тадбирлари, жумладан темир йўл линиялари сонини кўпайтириш, мавжуд линияларни электрлаштириш, темир йўл транспорти инфратузилмасини ривожлантириш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан "...

республика иктисодиётининг ишлаб чиқариш салоҳиятини кенгайтириш, ... транспорт-коммуникация соҳаларида аниқ дастурларни ишлаб чиқиш; ... ишлаб чиқаришга энергия тежамкор технологияларни қўллаш” каби вазифалар белгилаб берилган¹. Бундай масаларнинг ечимини топиш, хусусан, хориждан сотиб олинadиган маҳсулотлардан мустақиллик даражасини ошириш, темир йўлда автоматика ва телемеханика тизимларида кодлаш ва светофорларни бошқарувчи микроэлектрон қурилмаларни энергия ва ресурс тежовчи технологиялар асосида ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмокда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли ва 2019 йил 1 февралдаги “Транспорт соҳасида давлат бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5647-сонли Фармонлари, 2015 йил 6 мартдаги “Муҳандислик-коммуникация ва йўл-транспорт инфратузилмасини ривожлантириш ва модернизация қилиш дастури тўғрисида”ги ПҚ-2313-сонли Қарори ҳамда шу соҳага тегишли қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга тадбиқ этиш учун ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммони ўрганилганлик даражаси. темир йўл транспортда поездлар ҳаракати хавфсизлигини, тезлигини ва ишончлилигини ошириш усулларини ишлаб чиқиш, автоматика ва телемеханика тизимларини модернизациялаш бўйича долзарб масалаларни ҳал қилишга йўналтирилган илмий тадқиқотлар жаҳоннинг машҳур олий ўқув юртлари, илмий марказлари ва номдор фирмаларда, шу жумладан Dresden University of Technology (Германия), Massachusetts Institute of Technology (АҚШ), Università degli Studi di Torino (Италия), Technische Universität Wien (Австрия), ПГПУС, МИИТ (Россия), “Siemens”, “Bombardier”, “Боштранслойдха” АЖ, “Микроэлектроника плюс” АЖ (Ўзбекистон) да амалга оширилмокда.

Темир йўлда автоматика, телемеханика тизимлари ва қурилмалари самарадорлиги ва ишончлилигини ошириш муаммоларини ҳал этишда G. Teeg, T. Brendt, D. Straetton, E. Andres, П.Ф. Бестемьянов, Ю.А. Кравцов, В.М. Лисенков, В.В. Сапожников, Н.Ф. Котляренко, В.С. Дмитриев, А.Б. Никитин, F. Bailey, U. Mashek, В. Феннер, Й. Тринкауф, X. Христов ва бошқа етук олимлар ва йирик мутахассислар ўз ҳиссаларини қўшганлар.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги №ПФ-4947-сонли Фармони

Булар билан бир каторда, мамлакатимиз олимлари: К.Т. Худайберганов, В.Г. Строков, Ш.Р. Хорунов, Н.Н. Ибрагимов, Н.М. Арипов, М.Х. Расулов, А.Р. Азизов, Д.Х. Баратов, Ж.Ф. Курбанов, Д.Х. Рихсиев, С.Т. Болтаев, Э.К. Аметова, Ш.М. Юлдашев ва бошқалар ўз илмий ишларида поездлар харакатини ташкил этишнинг техник-технологик ечимларига, транспорт жараёнларидан фойдаланишнинг назарий-амалий тахлил масалаларига, темир йўлда сигналлаштириш, марказлаштириш ва блокировкалаш тизимларига, шунингдек бошқаришдаги микропроцессорли воситаларига алоҳида эътибор беришган.

Мазкур илмий ишларда асосли янги тамойиллар ва технологиялар имкониятларидан кенг фойдаланилган, аммо, темир йўл автоблокировкалаш тизимларида кодлаш ва светофорларни бошқаришдаги электр занжирлари схемаларини графлар назарияси усуллари асосида олинган энергия ва ресурс тежовчи технологияларни қўллаш бўйича талабларга жавоб берадиган микроэлектрон қурилмалар ёрдамида такомиллаштириш, автоблокировкалаш тизимларидаги кодлаш транзиттерлари ва светофорларни бошқариш схемаларидаги алоҳида олинган элементларини ишлашининг математик моделлари, алгоритмлари ва дастурий таъминот имкониятларидан фойдаланилмаганлиги, ҳамда ишлаб чиқиш, амалиётга жорий этиш масалалари етарлича тадқиқ этилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий ўқув муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент темир йўл мухандислари институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №А-03-055 “Ўзбекистоннинг истикболли ва юқори тезкор темир йўллари учун темир йўл автоматикаси ва телемеханикаси қурилмаларини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимини ишлаб чиқиш” мавзусидаги лойиҳа (2015-2017), ҳамда “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ нинг 2019 йилги техник даражасини ошириш бўйича ягона комплекс режа” (27.12.2018 йилдаги №2347-НЗ буйруқ) доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади темир йўл транспортда автоматика ва телемеханика тизимлари учун бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични ишлаб чиқиш ва тадқиқ этишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

темир йўл автоматика ва телемеханикаси жиҳозларига қўйиладиган техник талаблар асосида микроэлектрон импульс шаклантиргични ишлаб чиқиш усуллари ва тамойилларидан фойдаланишни асослаш;

микроэлектрон импульс шаклантиргич ишлашини тадқиқ қилиш учун маятникли ва кодли йўл транзиттерларнинг математик моделлари, ишлаш алгоритмлари ва уларнинг дастурий таъминотни ишлаб чиқиш;

рельс занжирларини кодлаш ва светофорларни бошқариш электр схемаларидаги контактли транзиттерлардан воз кечиш мақсадида бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични яратиш;

транзиттерларнинг функцияларини бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични жорий қилиб, манбаловчи энергия ва ресурсларни тежовчи техникавий воситалардан фойдаланиш тадбирларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот объекти бўлиб темир йўл транспортидаги автоматика ва телемеханика тизимларининг маятникли ва кодли йўл транзиттерлари олинган.

Тадқиқот предмети бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклан-тиргични амалга ошириш, уни математик моделлаш усуллари, ишлаш алгоритмлари ва дастурий таъминоти олинган.

Тадқиқот усуллари. Илмий тадқиқотлар давомида дискрет тизимлар назарияси, микроэлектрон қурилмаларни тавсифларини тажрибавий тадқиқот усуллари, графлар назарияси Петри тармоқлари мультиграфлари ва ташхислашнинг Байес теоремаси ёрдамида математик моделлаш каби усуллардан қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилigi қуйидагилардан иборат:

энергия ва ресурс тежовчи техникавий воситаларни кенг қўллаш учун, темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика қурилмаларига қўйилган техник регламентлар асосида микроэлектрон импульс шаклантиргич схемаларини ишлаб чиқиш тамойиллари асосланган;

маятникли ва кодли йўл транзиттерларининг ишлашини тахлил қилиш ва оптималлаштириш, импульсларни параллел шаклантириш жараёнини тадқиқ этиш учун Петри тармоғи мультиграфлари асосида транзиттерларининг математик моделлари ишлаб чиқилган;

транзиттер релеларининг кўзғатиш чўлғамлари ва контактларидан воз кечиш учун замонавий микроконтроллерлар ва оптронлардан фойдаланиш асосида бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични яратиш ва улар ёрдамида транзиттерларни истисно қилиш аниқланган;

микропроцессорли қурилмаларнинг техник ҳолатини ташхислашни амалга ошириш учун эҳтимоллар назариясининг Байес усулидан фойдаланиш асосида микроэлектрон импульс шаклантиргичнинг математик модели ишлаб чиқилган;

кичик масса-габарит ва юқори ишлаш самарадорлигига эга, энергия тежамкор, иккита транзиттерларнинг кодларини параллел ҳосил қилувчи янги қурилма бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргич яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

микроэлектрон шаклантиргич қурилмасидаги импульсларни параллел шаклантириш жараёнини амалга ошириш учун маятникли ва кодли йўл

трансмиттерларнинг ишлаш алгоритмлари ва уларнинг дастурий таъминотлари ишлаб чиқилган;

мавжуд электр марказлаштириш, автоматик локомотив ва переэзддаги сигналлаштириш ҳамда автоблокировкакашнинг релели кодлаш қурилмалари ўрнига микроэлектрон импульс шакллантиргичларнинг амалий мувофиқлик далиллари ишлаб чиқилган.

кодлаш занжирларидаги трансмиттерли релеларни истисно этиш мақсадида, энергия ва ресурс тежовчи, масса-ўлчов кўрсаткичларини камайтириш ва қурилмани маҳаллийлаштиришни амалга оширадиган бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич ишлаб чиқилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқотлар натижаларининг ишончлилиги бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргични ташкил этувчи барча элементларини ўзаро уйғун ва мутаносиб ишлашини ҳамда электр занжирларининг математик моделларини таҳлил қилиш натижаларининг темир йўл станциясидаги кодлаш схемаларида ўтказилган тажрибалар юқори даражада мослиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Илмий тадқиқот натижаларининг аҳамияти станция ва перегон кодлаш занжирларида энергия ва ресурс тежовчи техникавий воситаларни қўллаш орқали микроэлектрон шакллантиргич қурилмасини яратиш вазифасини амалга ошириш мақсадида математик моделлаштириш усулларини такомиллашти-риш ва кодлаш занжирларини ишонччилигини ошириш билан изоҳланган.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти контактли трансмиттерларнинг функцияларини бирлаштирган микроэлектрон импульс шакллантиргични яратиш, уни бузилмасдан ва носозликларсиз ишлаш қобилиятини ошириш ҳамда маҳаллийлаштириш, мавжуд релели электр схемалари билан мувофиқлигини амалга оширишнинг алгоритмлари ва дастурий таъминоти асосида ишлаб чиқилган микроэлектрон қурилмани электр марказлаштириш, автоматик переэзддаги сигналлаштириш ва автоблокировкакаш тизимларида кенг фойдаланиши орқали изоҳланган.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Темир йўл автоматика ва телемеханикаси тизимлари учун бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргични яратиш ва амалда қўллашга йўналтирилган натижалар асосида:

трансмиттерларининг ишлашини таҳлил қилиш ва оптималлаштириш, импульсларни параллел шакллантириш жараёнини тадқиқ этиш учун Петри тармоқлари графи ҳамда микропроцессорли қурилмаларнинг техник ҳолатини ташхислашни амалга ошириш учун Байес усулини қўллаш асосида бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргичнинг математик модели амалда тадқиқ қилинган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖ нинг 2021 йил 11 январидagi №01/113-21 маълумотномаси). Илмий

изланишлар натижасида, қурилманинг беҳато ишончли ишлашни таъминлаш, кодлаш занжирларини улаб-узиш, ўтиш режимларда шакллантиргичнинг ишлашни текшириш ва бажарилишининг талаб этиладиган шартларини инобатга олиш имконини берган.

ҳаракатдаги таркибни ишончли бошқариш учун электр марказлаштириш, автоблокировкалаш тизимлари ва локомотив сигналлаштириш қурилмаларига код ишлаб чиқарувчи “STM32F103” туридаги микроконтроллери асосида яратилган бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич “Ҳамза” станциясида тадбир қилинган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖнинг 2021 йилнинг 11 январидagi №01/113-21 маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида контактли транзиттерларни истисно этиш, қурилманинг ўз-ўзини ташхислаш функциясини киритиш, электр ва ресурс истеъмолини 45...50% га қисқартириш, ҳар йиллик техник хизмат кўрсатишдан воз кечиш, қурилмалар ишончилигини такомиллаштириш ва мавжуд релели тизимлар билан мувофиқлик далиллари яратилган.

Тадқиқот натижаларини апробацияси. Тадқиқот натижалари 7 та илмий-амалий конференциялар, шу жумладан 3 та хорижий (шулардан 1 таси *Scopus* базасида) ва 4 та республика миқёсидаги илмий-амалий конференцияларда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш, шундан Ўзбекистон Республикаси Олий аттес-тация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижалари чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола чоп этилган: 3 та мақола – республика ва 4 та – хорижий (шулардан 1 таси *Scopus* базасида) журналларда, 3 та ЭҲМ дастури учун гувоҳнома мавжуд.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Ишнинг **Кириш** қисмида диссертацияда олиб борилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотларнинг мақсади ва вазифа-лари, объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси илм ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларни амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Автоматика ва телемеханика тизимларининг код шакллантиргичларида микропроцессорли технологияларни қўллаш масалалари”** деб номланган биринчи бобида темир йўл

автоматика ва телемеханикаси микропроцессорли қурилмалари ва уларнинг ривожланиш таҳлили қилинган ва замонавий ҳолати кўриб чиқилган. Таҳлил асосида темир йўл автоматика қурилмаларининг жаҳон бозорида рақобатбардошлигини таъминлаш учун автоблокировкалаш тизимларини кодлашнинг мавжуд блокларни модернизациялаш, самарадорлигини ошириш мақсадида уларнинг механик элементларини истисно этиш, микропроцессорли қурилма-ларни ишлаб чиқишни маҳаллийлаштириш, қурилмаларга хизмат кўрсатишга ва импортдан мустақил бўлиш учун ажратиладиган маблағлар ҳажмини қискартириш зарурияти каби вазифаларни бажариш белгилаб олинган.

Ўтказилган тадқиқотлар темир йўл автоматика ва телемеханикаси тизимларининг микропроцессорли қурилмаларини тадбиқ этиш муаммоси долзарблиги кундан кунга ортиб бораётганлигини кўрсатган. Ўзбекистон темир йўллари тармоғида Сигналлаштириш, марказлаштириш ва блокировкалаш тизимларининг 60% га яқин қисми 30 йилдан ортиқ хизмат қилган-лиги ва ўз ресурсларини тугаллаганлигини ҳисобга олиб, уларни замонавий контактсиз қурилмалар билан алмаштириш ўта жиддий аҳамият касб этмоқда.

Одатдаги, станция ва перегон тизимларидаги кодлаш электр занжирлари релели трансмиттерлар билан жиҳозланган. Бундан ташқари, саноат томонидан бу турдаги релеларни ишлаб чиқариш тўхтатилгани юзага келган вазиятни янада мураккаблаштирган. Шунга боғлиқ ҳолда бу жиҳозларни вақти-вақти билан алмаштириш нуктаи назаридан таъмирлаш, керакли самарани бермайди.

1-расмда берилган тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики автоматика ва телемеханика қурилмаларидан энг кўп носозликларга айнан трансмиттерлар сабабли содир бўлган. Бундай трансмиттерларни тиклашга сарфланадиган харажатлар тобора ортиб боришига аппаратура ишдан чиқиши сабабли поездларнинг туриб қолишига боғлиқ сарф-харажатлар ўсишига ва қурилмаларга хизмат кўрсатишга фойдаланилаётган харажатларнинг экспоненциал тарзда ортишига олиб келади.



1-расм. Носозликларнинг қурилмалар бўйича тақсимланиши

Бундан ташқари, сўнгги йилларда электр механик қурилмаларнинг қиймати анча сезираларли даражада ошган, масалан, релеларнинг нархи сўнгги 10 йил ичида 8...15 маротаба ошган, шу билан бир қаторда микро-

процессор қурилмалари нархи эса фақат 3...5 мартаба ортиши аниқланган.

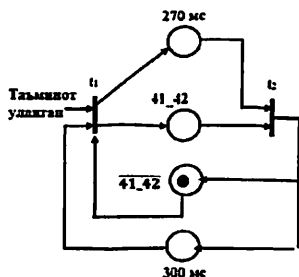
Ўтказилган тадқиқотлар автоблокировкаш ва локомотив сигналлаштириш тизимлари учун код шакллантирадиган электр механик қурилма ва ўзгармас токдаги автоблокировкаш рельс зажирининг импульсли таъминоти, электр марказлаштириш ва переезд светофорларнинг милтиллаб ишлаши режимлари маятникли транзиттерлар таъминлашини, бу эса ўз навбатида хажмини кичрайтириш, энергия таъминотини тежаш, нарх кўрсаткичларини камайтириш, техник ташхис қўйиш имконияти бўлган қурилма мавжуд эмаслигини кўрсатган.

Юқорида айтилганларни бирлаштириб, қайд этиш лозимки, кодлаш занжирларидаги механик элементларни истисно этиш, ҳамда энергия ва ресурс тежамкорликни таъминлаш, қурилмаларга хизмат кўрсатиш харажат-ларини камайтириш, шунингдек ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш, темир йўл автоматика ва телемеханикаси қурилмаларининг рақобатбардошлигини ошириш учун микропроцессорлар асосидаги блокларни ишлаб чиқиш талаб этилади.

“Контактли транзиттерларнинг математик таърифи ва микро-электрон шакллантиргичларни ишлаб чиқиш” деб номланган иккинчи бобда қурилмаларни бошқариш тизимини моделлаштириш усулини танлаш ва таҳлил қилиш; маятникли ва кодли йўл транзиттерлар электр занжирларининг математик моделларини, графлар назариясининг Петри тармоқларидан фойдаланган ҳолда ишлаб чиқиш ва уларни тадқиқ этиш; микроэлектрон импульс ва кодли йўл шакллантиргичларни ишлаб чиқиш ва тадқиқ этишга бағишланган.

2-расмда келтирилган маятникли МТ-1 транзиттерининг 31_32 ва 41_42 контактлари Петри тармоқлари ёрдамида бирлаштирилган модели графи ишлаб чиқилган.

Бунда граф транзиттер таъминот манбасидан узилган ҳолати кўрсатилган. Графдаги 41_42 контактларнинг уланган ҳолатига, 41_42 – эса узилган ҳолатига мос келади, 270 мс ва 300 мс позициялари вақт таймерининг иш вақти тугаганлигини билдиради. Графда t_1 , t_2 и t_3



2-расм. Петри тармоғи графда МТ-1 транзиттерининг бирлаштирилган модели

ўтишлардан фойдаланилган. Бошланғич ҳолатдаги 41_42 позицияларида фишканинг йўқлиги ва 41_42 позицияларда мавжудлиги транзиттер контактлари узилганлигини билдириши келтирилган. МТ-1 нинг Петри тармоқлари Графи учун (I) кириш ва (O) чиқиш кенгайтирилган функцияларидир.

Таъминот манбасига улангандан сўнг ўтишларнинг кириш функцияси бўйича $I(t_1) = \{\text{Таъминот уланган, 300 мс, 41_42}\}$ ўтиш бошланади ва t_1 ўтиш

бўйича $O(t_1)=\{41_42, 270 \text{ мс}\}$ чиқиш функцияси ҳосил бўлган. Бу эса фишкани 41_42 позициясида ҳосил бўлишига олиб келган. Бу ҳолатда кириш функцияси $I(41_42)=\{t_1\}$ ифода билан аниқланган. 41 ва 42 контактларнинг уланиши таймерни 270 мс ишга тушишини кўрсатган. Таъминот манбаси улангандан кейин таймер яна 270 мс ишга тушади ва бу вақт тугагандан кейин 270 мс позициясида фишка ҳосил бўлган. 41 ва 42 контактларнинг уланиши 270 мс ли импульс бошланганлигини аниқлаган. Бу вақт ўтгандан сўнг графнинг кенгайтирилган функцияси бўйича $I(t_2)=\{41_42, 270 \text{ мс}\}$ ўтишининг бошланиши учун шартлари бажарилиши, натижада фишка 270 мс ва 41_42 позициялардан $O(t_2) = \{41_42, 300 \text{ мс}\}$ ва $I(41_42) = \{t_2\}$, $I(300 \text{ мс}) = \{t_2\}$ ифодаларга мос равишда 41_42 позициясига ўтаган. МТ-1 Петри тармоғи графи учун тузилган кенгайтирилган кириш (I) ва чиқиш (O) функциялари қуйида келтирилган:

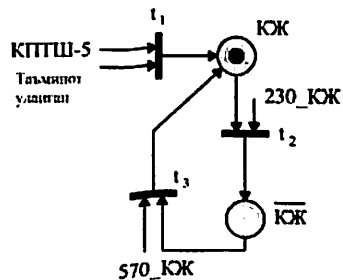
$$\begin{aligned}
 I(41_42) &= \{t_1\}; & O(41_42) &= \{t_2\}; \\
 I(41_42) &= \{t_2\}; & O(41_42) &= \{t_1\}; \\
 I(270 \text{ мс}) &= \{t_1\}; & O(270 \text{ мс}) &= \{t_2\}; \\
 I(300 \text{ мс}) &= \{t_2\}; & O(300 \text{ мс}) &= \{t_3\}; \\
 I(t_1) &= \{\text{Таъминот уланган, } 300 \text{ мс, } 41_42\}; & O(t_1) &= \{41_42, 270 \text{ мс}\}; \\
 I(t_2) &= \{41_42, 270 \text{ мс}\}; & O(t_2) &= \{41_42, 300 \text{ мс}\}.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

270 мс ли импульснинг тугаши аниқлангандан сўнг. $I(300 \text{ мс}) = \{t_2\}$ функциянинг амалага оширилиши таймерни 300 мс сек ишга туширилишига олиб келган. Фишканинг 300 мс ва 41_42 позицияларда мавжудлиги $I(t_1) = \{\text{Таъминот уланган, } 300 \text{ мс, } 41_42\}$ ифодага мос равишда t_1 ўтишга шароит яратган. Яъни 41 ва 42 контакларнинг 300 мс ажралган ҳолати импульслар орасидаги интервалга мослиги ва биринчи давр тугаганлигини аниқлатади. Граф эса бошлангич ҳолатга қайтиши аниқланган.

МТ-2 трансмиттери 31_32 ва 41_42 контактлари учун ҳам худди шу услубда кўриб чиқилган. МТ-1 ва МТ-2 трансмиттерлари ишини моделлаштириш, микроэлектрон қурилма учун оптимал алгоритм ва дастурий таъминот ишлаб чиқиш имконини берган. Моделнинг тадқиқоти дастурий таъминотда импульсларни шакллантириш учун битта таймердан фойдаланиш мумкинлигини кўрсатган.

Петри тармоқларинидан фойдаланиб, КППШ вақт параметрлари бўйича макбул микроэлектрон КППШ микроконтроллерига дастурий алгоритм олинган.

3-расмда КЖ кодини шакллантиришда КППШ-5 нинг ишлаш графи келтирилган. КЖ ҳолати учун фишканинг мавжудлиги $I(\text{КЖ}) = \{t_1\}$ функциянинг бажарилиши ва t_1



3-расм. КЖ кодини шакллантиришда Петри графи

Ўтишнинг бошланиши билан белгиланади, яъни $O(t_1) = \{КЖ\}$ функция бажарилган. Ўтиш t_1 нинг бошланиши $I(t_1) = \{КПТШ-5, таъминот уланган\}$ функцининг бажарилиши билан белгиланади, бу ерда КПТШ-5учун танланган код шакллантиригичнинг тури белгиланган.

КЖ кодини ишлаб чиқаришда кодли транзиттернинг Петри тармоқлари графи учун тузилган кенгайтирилган кириш (I) ва чиқиш (O) функциялари куйдагилардир:

$$\begin{aligned} I(\overline{КЖ}) &= \{t_1, t_3\}; & O(КЖ) &= \{t_2\}; \\ I(\overline{КЖ}) &= \{t_2\}; & O(\overline{КЖ}) &= \{t_3\}; \\ I(t_1) &= \{КПТШ-5, таъминот уланган\}; & O(t_1) &= \{КЖ\}; \\ I(t_2) &= \{КЖ, 230 - КЖ\}; & O(t_2) &= \{\overline{КЖ}\}; \\ I(t_3) &= \{\overline{КЖ}, 570 - КЖ\}; & O(t_3) &= \{КЖ\}. \end{aligned} \quad (2)$$

3-расмда ишлаб чиқилган Петри тармоқлари графидан, у КЖ ва ОКЖ клеммалари ўртасида электр уланиш мавжудлигини КЖ клеммасининг чиқиш ҳолатига мос келадиган \odot КЖ ҳолати акс эттиради. \odot $\overline{КЖ}$ ҳолати – К ва ОКЖ клеммалари орасидаги электр уланишнинг узилганига мос келади. Дастлабки ҳолатда, код шакллантиригични кучланиш манбасига улагандан сўнг, код шакллантиригич алгоритмига кўра чиқишлар орасидаги электр боғланиш дарҳол пайдо бўлган, яъни КЖ нинг 1 импульси ҳосил бўлган. Ушбу ҳолат учун моделнинг ишини кўриб чиқилган. Бу ҳолда бешинчи ва таъминот уланган ўзгарувчилар маъна уланганлик моментини акс эттирилган. 230 давом этган биринчи КЖ код импульси ҳосил бўлиши кўрсатилган. Ушбу вақт ўтгандан сўнг, КПТШ транзиттерининг КЖ ва ОКЖ чиқишлари ўртасида электр боғланиш узилиши бўлиши керак.

Бу ҳолатини ҳудди 3-расмдаги каби графдан фойдаланган ҳолда кўриб чиқилган. Фишка КЖ позициядан $\overline{КЖ}$ позицияга ўтиши керак. Бу импульслар орасидаги интервалнинг мавжудлигига мос келган. Фишканинг ўтиш шартларини бажариш учун ўтишни бошлашга шарт-шароит яратиш керак. Яъни, кириш $I(t_2) = \{КЖ, 230 - КЖ\}$ функциясини бажариш, бу ерда КЖ ўзгарувчи фишка позицияси КЖ да эканлигини акс эттирган, 230 – КЖ ўзгарувчи эса, ҳисоблагичда импульс узунлиги 230 мс тугаганшини билдиради. Шундай қилиб, ўтиш t_2 ни бошлаш учун шартлар бажарилган.

Фишка КЖ позициясидан $\overline{КЖ}$ позициясига кўчиралган, яъни КЖ ва ОКЖ ўртасида жисмоний боғланиш давомийлигини билдирган. Импульслар орасидаги жисмоний интервалнинг давомийлиги 570 мс ташкил қилади. Ундан сўнг $I(t_3) = \{\overline{КЖ}, 570 - КЖ\}$ функцияга кўра, t_3 ўтишнинг шартлари бажарилган.

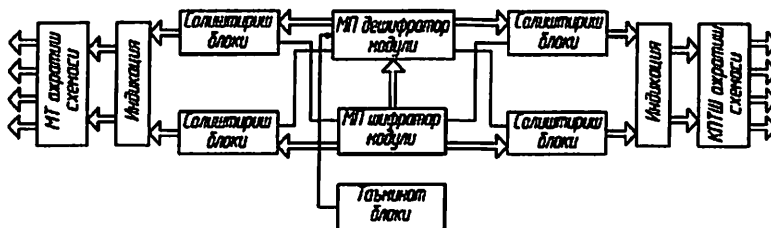
Бу ерда $\overline{КЖ}$ ўзгарувчи фишканинг шу ҳолатда эканлигини аниқлаган, 570 – КЖ ўзгарувчи эса, 570 КЖ код комбинациясида импульс келмаган вақт узунлигини кўрсатиб, вақт таймери ҳисоблашни тугатганлигини билдирган. t_3 ўтишнинг бошланиши, кириш $I(КЖ) = \{t_1, t_3\}$ функцияси бўйича фишканинг КЖ ҳолатига ўтишига мос келган. Фишканинг КЖ позициясига ўтиши,

3-расмдаги граф бўйича t_3 ўтишининг кириши КЖ ва ОКЖ чиқишлари орасидаги боғланиш мавжудлигига ва КЖ кодининг шаклланиш цикли давомига таъсир қилиши асосланган.

Худди шу тартибда Ж ва З кодлари учун алоҳида КПТШ-5 ва КПТШ-7 трансмиттерлари моделлари ишлаб чиқилган. Петри тармоқлари мультиграф-ларидан фойдаланган ҳолда электр занжирларини моделлаштириш жараёни-да микропроцессорли блокларнинг такомиллашган ва ишончли ишлашини таъминлаш усули олинган.

Петри тармоғи кўринишидаги маятникли ва кодли йўл трансмиттерлари модел энг мақбул дастурий таъминотни яратиш бўйича кенг имкониятлар билан таъминлайди, нотўғри сингалларнинг вужудга келиш эҳтимолини истисно этиши кўрсатилган.

“Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични тад-қик этиш ва амалда ишлаб чиқиш” деб номланган учинчи бобда микро-процессорли интервал бошқаришнинг хавфсизлигини таъминлашда тизимли ортқчаликни қиритишнинг асосий усуллари тақлиф этилган. Бирлашти-рилган микроэлектрон импульс шаклантиргичларининг функционал ва принципал схемалари, ишлаш алгоритми ва дастурий таъминотини ишлаб чиқилган. Микроэлектрон шаклантиргичнинг техникавий ҳолатини ташхислаш услубияти келтирилган. 4-расмда бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргичнинг ишлаб чиқилган тузилмавий схемаси тақдим этилган.



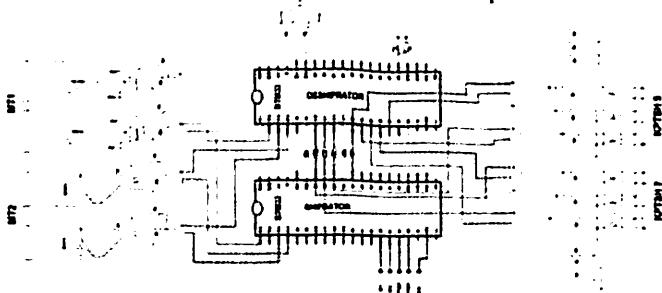
4-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргичнинг тузилмавий схемаси

МП шифратор модули керакли импульслар кетма кетлигини ишлаб чиқаришга мўлжалланган. Импульслар дешифратор билан бир хил бўлса, бу импульслар трансмиттерлар контаклари вазифасини бажарувчи КПТШ ёки МТ ажратиш схемасига узатиши кўрсатилган.

Шифратор бирор бир сабабга кўра нотўғри кодлар ишлаб чиқаришни бошласа, дешифратордан чиқаётган кодлар шифратор кодларидан фарқ қилади. Шу сабабли, солиштириш блоклари орқали бундай кодлар трансмиттернинг чиқишига узатилмаслиги тажрибавий исботланган. Микроконтроллер ажратиш схемалари билан индикация блоклари орқали

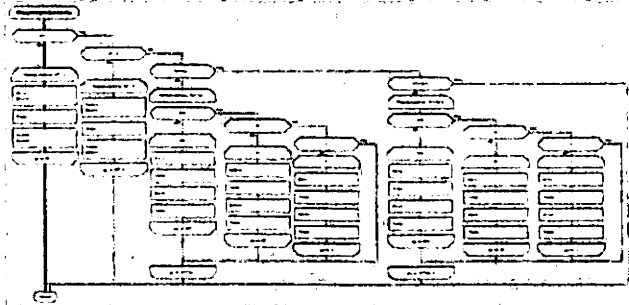
уланган. Тузилмавий схема асосида бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргичнинг принципиал схемаси ишлаб чиқилган.

5-расмда келтирилган бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич принципиал схемасида механик контактларсиз қурилмани тўғридан-тўғри схемага уланиши кўрсатилган. Барча логик операциялар қўлланган STM32F1031 микроконтроллерда ёзиб олинган дастурий таъминот ёрдамида бажарилиб, контактлар имитация-си эса PVG-612A, TLP 250, ва МОС элементларидан фойдаланиб бажарилган.

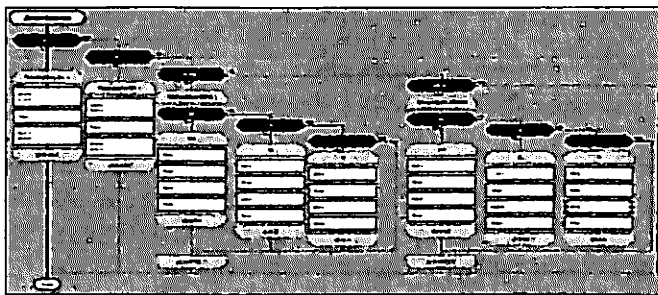


5-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргичнинг принципиал схемаси

Ҳозирги кунда мавжуд электр механик ва ишлаб турган микроэлектрон трансмиттерлардан бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргичнинг афзаллиги ўзида жамлаган тўртта функционал вазифаларни параллел равишда бажара олиши, бу унинг тузилиш тамойилларида ҳам акс этган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш учун, дастурий таъминот ишлаб чиқишдан олдин МТ-1, МТ-2 ва КРТШ қурилмаларининг ишлаш тамойиллари асосида алгоритмлар тузилган. Алгоритмларни тузиш босқичида “ИС ДРАКОН” махсус дастурдан фойдаланилган. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич шифратори ва дешифраторини асосий нимдастурининг алгоритмлари 6- ва 7-расмларда келтирилган.



6-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич шифраторини асосий нимдастурининг алгоритми



7-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич дешифраторини нимдастурининг алгоритми

Байес усулидан фойдаланиб бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантирич қурилмасининг асосий носозликлар жадаллиги $285.6 \cdot 10^{-6}$ 1/соатга тенглиги аниқланган ва қатор фаразлар киритилган. Айнан бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантирич қурилмасининг ишлатиш натижасида импульслар ёки интервалларнинг рухсат этилган вақт чегараларидан чиқишида k_j қурилмалар бўлганда $n\%$ ҳолларда ишдан чиқсин деб фараз қилинган. Шундан келиб чиқиб, бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиричнинг t соатдан кейинги ишлаш қобилиятига эга ҳолатининг эҳти-моллиги аниқланган, ва бу вақт қурилманинг қуйидаги ҳисобланган носоз-ликлар жадаллиги орқали асосланган:

$$P(D_1/k_1) = \frac{e^{-2.86 \cdot 10^{-4} \cdot t} \times n \times 10^{-2}}{e^{-2.86 \cdot 10^{-4} \cdot t} \times n \times 10^{-2} + (1 - e^{-2.86 \cdot 10^{-4} \cdot t}) \times (1 - n \times 10^{-2})} \quad (3)$$

бунда k_j – импульс вақти ёки интервалнинг рухсат этилган қийматларидан оғиши белгиси; D_1 – нуқсонлар вужудга келганда объектнинг ҳолати.

Кодли йўл трансмиттери кодлари мисол сифатида олинганлиги учун, қуйидаги ифодадан фойдаланиш орқали n қиймати аниқланган:

$$n = n_{и.т} + n_{ин.т} + n_{и.ж} + n_{ин.ж} + n_{и.кж} + n_{ин.кж} \quad (4)$$

бунда $n_{и.т}$ – 3 кодидаги импульслар сони, 3 га тенг; $n_{ин.т}$ – 3 кодидаги интерваллар сони, 3 га тенг; $n_{и.ж}$ – Ж кодидаги импульслар сони, 2 га тенг; $n_{ин.ж}$ – Ж кодининг интерваллар сони, 2 га тенг. $n_{и.кж}$ – КЖ кодининг импульслар сони, 1 га тенг; $n_{ин.кж}$ – КЖ кодининг интерваллар сони, 1 га тенг. Демак, бу ҳолатда $n = 12$ га тенг бўлади.

Бундан K векторининг хусусиятлар сони қуйидаги ифода бўйича аниқланган:

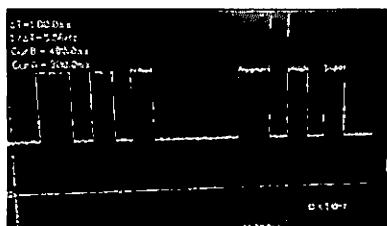
$$K = k_{u, \tau, 1} + k_{u, \tau, 2} + k_{u, \tau, 3} + k_{ин, \tau, 1} + k_{ин, \tau, 2} + k_{ин, \tau, 3} + k_{u, ж, 1} + k_{u, ж, 2} + k_{ин, ж, 1} + k_{ин, ж, 2} + k_{u, кж} + k_{ин, кж}, \quad (5)$$

бунда $k_{u, \tau, 1}, k_{u, \tau, 2}, k_{u, \tau, 3}$ – “З” коди импульсларининг берилган вақт параметрларидан четга оғишлари белгилари; $k_{ин, \tau, 1}, k_{ин, \tau, 2}, k_{ин, \tau, 3}$ – 3 кодининг импульсларо интерваллари вақтининг оғишлари белгилари; $k_{u, ж, 1}, k_{u, ж, 2}$ – Ж коди 1-нчи ва 2-нчи импульсларининг берилган вақтидан оғишлари белгилари; $k_{ин, ж, 1} + k_{ин, ж, 2}$ – Ж кодининг ташхис қилинадиган импульсларо интерваллари-нинг рухсат этилган қийматдан оғишлари белгилари; $k_{u, кж}$ – КЖ коди импульси давомийлигининг оғишлари белгиси; $k_{ин, кж}$ – КЖ коди интервали давомийлигининг оғишлари белгиси.

Ўхшаш тарзда КПТШ7, МТ1 ва МТ2 каби БМИШ ларнинг бошка иш режимларининг техник ташхис қилиш эҳтимоллигини аниқланган. Бунинг учун қурилманинг носозликлар эксплуатацион жадаллиги ва асосий носозликлар интенсивлик қийматлари ҳисобланиб асос сифатида олинган.

“Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични тадқиқ этиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш” деб номланган тўртинчи бобда бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргичнинг ишлаш қобилиятини текшириш усули ва уни ўтказиш шартлари ишлаб чиқилган. Микроэлектрон шаклантиргични станция ва перегонларнинг амалдаги тизимларига тажрибавий синов ёрдамида текширишдан ўтказилган. Бирлаштирилган шаклантиргичнинг функционал имкониятлари тест синовидан ўтказилган. Қурилмани амалда қўллашнинг техник-иктисодий самарадорлиги асосланган.

Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични тўғри ишлаётганини аниқлаш мақсадида хусусий “Микроэлектроника плюс” фирмасининг лабораториясида вақт ва электр параметрлари синовдан ўтказилган (8-расм).



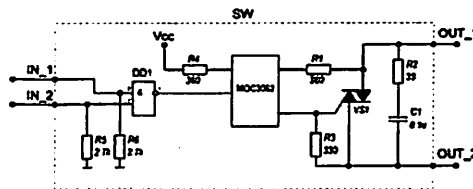
8-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргични осциллографлар ёрдамида текширишларини ўтказиш

Йиғилган қурилма аниқ ва хатосиз ишлаши исботлангандан сўнг, у ШЧ-1 корхонасининг назорат ўлчов бўлимида яна бир бор трансмиттернинг КЖ, Ж ва З кодларини текшириш учун стенд техник тафсивлари бўйича синовдан ўтказилган ва 1-жадвалда келтирилган натижалар асосида акт тузилган.

Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич вақт параметрлари

| Иш режими | Код | Давомийлиги, мс | | | | | |
|-----------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------|------------------|----------------|-----------------|
| | | Биринчи импульс | Биринчи интервал | Иккинчи импульс | Иккинчи интервал | Учинчи импульс | Учинчи интервал |
| КПТШ-5 | З | 350 | 120 | 220 | 120 | 220 | 570 |
| | Ж | 380 | 120 | 380 | - | - | 720 |
| | КЖ | 230 | - | - | - | - | 570 |
| | Цикл | 1600 | | | | | |
| КПТШ-7 | З | 350 | 120 | 240 | 120 | 240 | 790 |
| | Ж | 350 | 120 | 600 | - | - | 790 |
| | КЖ | 300 | - | - | - | - | 630 |
| | Цикл | 1860 | | | | | |
| | чикиш | импульс | интервал | 1 минутада тебранишлар сон | | | |
| МТ-1 | 31-32, 41-22 | 270 | 12 | 105 | | | |
| МТ-2 | 31-32 | 750 | 750 | 40 | | | |

Олинган акт асосида, қурилмани Ҳамза станциясининг бугунги кунда ишлаб турган, 44 статив жойи ён йўлнинг 14 қурилмаси ўрнида синовдан ўтказиш учун қўйилган. КПТШ транзиттерлари рельс занжирларга ўзгармас ток транзиттер релеси ТШ-60 оркали уланганлиги сабабли, янги яратилган микроэлектрон қурилмаси ҳам ўзгармас ток релеси ТШ-60 оркали уланиб, текширилган, натижада эса бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргичнинг юкламаси ўзгарувчан ток релеси ТШ-2000 учун керак бўладиган, гальваник ажратиш сифатида махсус мувофиқлаштириш схемаси ишлаб чиқилган (9-расм).



9-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргични ўзгарувчи токни юкламага мувофиқлаштириш схемаси

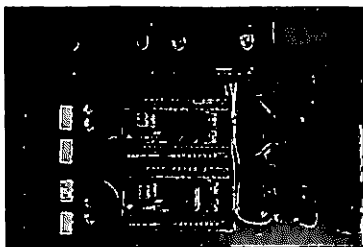
IN_1 ва IN_2 киришлари 5-расмдаги мантикий элемент чиқишларига уланиши назарда тутилган. МОС3062 транзистори эса асосий вазифани, релели қурилмаларга мослашишни амалга оширувчи бўғиндир. Синовлар вақтида, бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргичнинг ишлаб чиқарётган импульслари аниқ, ҳеч қандай оғишларларсиз тўғри тўртбўрчак шаклда эканлиги исботланган (10-расм).



10-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргичнинг синов вақтида монитorda олинган натижалари

Бу эса, бугунги кунда, темир йўл сигналлаштириш, марказлаштириш ва блокировкалаш қурилмаларининг носозликлардан энг кўп улуши тўғри келадиган трансмиттерлар муаммосининг ечимидир. Трансмиттерларининг дастурий таъминоти ишини оптималлаштириш ва таҳлил қилиш, импульсларни параллел шаклантириш жараёнини тадқиқ этиш учун бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргич ишлашининг математик моделлари жорий этилган, натижада, қурилманинг ишончли ишлашини таъминлаш, электр занжирлари коммутациясини амалга ошириш зарур шарт-шароитларини ҳисобга олиш ва реал динамик режимларда блокнинг ишлашини текшириш имконияти пайдо бўлган.

Ташиш жараёнини ишончли бошқариш учун электр марказлаштириш, автоблокировкалаш тизимлари ва локомотив сигналлаш-тириш қурилмаларига код ишлаб чиқарувчи, 11-расмда келтирилган бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргич платасининг марказий қисмида



11-расм. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргич платаси

жойлашган “STM32F103” микроконтроллери базасида яратилган. Бирлаштирилган импульс шаклантиргич “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Ҳамза” станциясида жорий этилган, натижада контактли трансмиттерларни истисно этиш, қурилманинг ўз-ўзини ташхислаш функциясини киритиш, электр ва ресурс истеъмолини 45-50% га қисқартириш, ҳар йиллик режали хизмат кўрсатишдан воз кечиш,

қурилмалар иши ишончилигини ошириш ва мавжуд релели тизимларда биргаликда ишлашга мослашиш учун шароитлар яратилган. “Ҳамза” станциясида бирлаштирилган микроэлектрон импульс шаклантиргичларни жорий қилинишидан йилгига жами тежалган пул миқдори 94,01 млн. сўмни ташкил қилган.

ХУЛОСА

Темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика тизимлари учун бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргични ишлаб чиқиш ва жорий қилиш бўйича тадқиқотлар натижасида қуйидагилардан иборат:

1. Графлар назарияси Петри тармоқларининг мультиграфлари асосида маятникли трансмиттер ва йўл кодли трансмиттерларининг математик моделлари ишлаб чиқилган. Ушбу математик моделлар электр механик трансмиттерларнинг амалдаги мавжуд принципал схемалари асосида яратилган ҳамда автоблокировкалашнинг кодлаш занжирларини улаб-узиш ва улар бажарилишининг талаб этиладиган шартларини инобатга олиш имконини берган.

2. Темир йўл автоматика ва телемеханикаси қурилмаларига белгиланган техникавий талаблар асосида бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакл-лантиргичнинг ишлаб чиқиш усуллари, ишлаш алгоритмлари ва унинг дастурий таъминоти яратилган. Натижада ҳаракат таркибининг бетўхтовлиги, техник қурилмаларни маҳаллийлаштириш, манбалаш энергиясини ва ресурсларни тежовчи технологик воситаларни жорий қилиш шартларига жавоб берадиган, нархи 10 барабар арзон бўлган бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич ишлаб чиқилган.

3. Микропроцессорли қурилмаларнинг техник ҳолатини ташхислашнинг амалга ошириш учун эҳтимоллар назариясининг Байес усулидан фойдаланиш асосида микроэлектрон импульс шакллантиргичнинг математик модели ишлаб чиқилган. Натижада қурилманинг ишлаш қобилиятига эга ҳолатининг эҳтимоллиги, қурилма носозлигининг эксплуатацион жадаллиги ва асосий носозликлар жадаллиги қийматлари ҳисобланиб, бирлаштирилган шаклан-тиргичнинг техник ҳолатини ташхис қилишни баҳолаш амалга оширилган.

4. Темир йўлдаги ташиш жараёнини бошқаришни узлуксизлигини таъминлаш учун автоматика ва телемеханиканинг автоблокировкалаш тизимларида код шакллантиргич сифатида ва электр марказлаштириш, переезд тизимларида светофорларни бошқариш занжирларида ишлатиладиган, нисбатан кўпроқ функционалли “STM32F103” микроконтроллери базасида бажарилган бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич ишлаб чиқилган ва жорий этилган.

5. Илмий тадқиқотлар натижасида электр механик трансмиттерларини истисно қилиш, электр энергия фойдаланиш самарадорлигини ошириш, технологик регламент бўйича хизмат кўрсатиш даврийлигини ошириш, ҳозирда ишлаётган тизимларга мослашиш имкониятини яратган. Ундан ташқари диагностика қилиш функциясини киритиш, блокнинг ишончли ишлаш даражасини орттириш имкониятлари пайдо бўлиб, мавжуд тизимлар ва янги ишлаб чиқилган тизимлар интерфейсларига мослашувчан бўлишга эришилган.

6. Станцияда электр марказлаштириш ва перегонда автоблокировкалаш тизимларидаги трансмиттерли код шакллантиргичларнинг ўрнига микроэлектрон қурилмалардан фойдаланиш, электр занжирларининг белгиланган функционал имкониятларига мос келиши тасдиқланган. Натижада бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич автоматика ва телемеханика тизимлари учун энергия ва ресурс тежовчи технологияларни самарали тадбир этиш ҳамда энергия сарфини 45-50% камайтириш имконини берган.

7. Ишлаб чиқилган бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич “Ҳамза” станциясида жорий қилинган. Тадбир қилиш қурилмалар етишмовчилиги туфайли носозликлар сонини ва эксплуатацион харажатларини камайтириш муаммоларини ҳал қилган. Шунингдек, станция ва перегондаги ҳаракат хавфсизлигининг даражаси, фойдаланишдан олинadиган даромад ва участканинг ўтказиш қобилиятини ҳамда поездлар участка тезлигини ортиши темир йўллар иши натижаларига ижобий таъсир қилган. Микроэлектрон импульс шакллантиргични фойдаланиш натижасида олинadиган йиллик иқтисодий самарадорлик битта қурилма учун 45,3 млн. сўм, станция учун 94,01 млн. сўмни ташкил этган.

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

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ШАКИРОВА ФЕРУЗА ФАЙЗИТДИНОВНА

**ИНТЕГРИРОВАННЫЙ МИКРОЭЛЕКТРОННЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ
ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2020.3.PhD/T1863.


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

| | |
|------------------------|--|
| Научный руководитель: | Арипов Назиржан Мукарамович доктор технических наук, профессор |
| Официальные оппоненты: | Улжаев Эркин доктор технических наук, профессор Хаджимухатедова Матлуба Адилловна кандидат технических наук, доцент |
| Ведущая организация: | Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий |

Защита диссертации состоится "18" 12 2021 г. в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 при Ташкентском государственном транспортном университете (Адрес: 100167, г Ташкент, ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер - 045). Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирийулчилар, 1 тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан "04" 12 2021 года.
(протокол рассылки № "037" от "04" 12 2021 года).



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

Я.О. Рузметов
Учёный секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
к.т.н., доцент

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Одна из ведущих задач в мире – создание микропроцессорных систем на базе оборудования и средств автоматики, телемеханики с микроэлектронными элементами для улучшения функций систем управления движением поездов, безопасности поездов и оборудования совершенствования управления железнодорожным транспортом. К примеру, в результате внедрения электронных передатчиков вместо кодовых путевых и маятниковых трансмиттеров на железных дорогах стран СНГ эксплуатационные расходы снизились на 10-12%. В связи с этим в процессе модернизации необходимо отказаться от контактных трансмиттерных устройств и схем на их основе в локальных современных микропроцессорных системах и внедрить в практику бесконтактные микроэлектронные устройства, обеспечивающие высокую скорость, безопасность и совместимость с действующими системами. В развитых странах мира, таких как Россия, Япония, Германия, США, Англия, Китай, Испания и в других странах при разработке и проектировании систем автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта считаются значимыми прочность и самоконтроль (самодиагностика). вместе с этим, разработка микроэлектронного устройства для формирования и передачи надежных, стабильных сигналов.

Во всем мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на создание микроэлектронных устройств, связанных с совершенствованием их систем, устройств и элементов, а также с современным уровнем контроля и анализа бесконтактных кодирующих устройств. В связи с этим, особое внимание уделяется разработке отвечающих современным требованиям микроэлектронных формирователей кодов на основе энерго- и ресурсосберегающих элементов; созданию актуальных в автоматике и телемеханике оптимальных математических моделей для использования бесконтактных устройств; сбору новых схем микроэлектронных формирователей; созданию микроэлектронных формирователей импульсов, предназначенных для кодирования и передачи данных, алгоритмов их обработки и программного обеспечения на основе микроконтроллеров.

В нашей республике реализуются меры по развитию транспортной отрасли, в том числе по увеличению количества железнодорожных линий, развитию электрификации существующих линий, развитию железнодорожной инфраструктуры и достигаются определенные результаты. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 г. указаны задачи, такие как, «... повышение конкурентоспособности национальной экономики, ... активная инвестиционная политика, направленная на решение транспортно-

коммуникационных ... проектов, ... техническое и технологическое обновления производства, ... широкое привлечение производства энергосберегающих технологий». ² Реализация этих задач, в частности, повышения уровня независимости от импортной продукции, кодирования в системе железнодорожной автоматики и телемеханики и разработки микроэлектронных устройств управления светофором на основе энерго и ресурсосберегающих технологических средств является одним из направлений работы актуальных задач сегодняшнего дня. Диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлении Правительства Республики Узбекистан от 26 мая 2017 г. № ПП-3012 №ПП-2313 от 6 марта 2015 г. «О программе развития и модернизации инженерно-коммуникационной и дорожно-транспортной инфраструктуры», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данному виду деятельности.

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

Степень изученности проблемы. Научные исследования, направленные на решение актуальных задач по разработке методов повышения безопасности движения подвижного состава, модернизации систем автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта реализуются в мировых ведущих научных центрах, вузах и известных зарубежных фирмах, в том числе в Dresden University of Technology (Германия), Massachusetts Institute of Technology (США), Universita degli Studi di Torino (Италия), Technische Universitat Wien (Австрия), ПГУПС, МИИТ (Россия), «Siemens», «Микроэлектроника плюс», «Bombardier», АО «Боштрансслейха», ОА «Микроэлектроника плюс» (Узбекистан).

Значительный вклад в решение задач по повышению надежности и эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики внесли свой вклад выдающие ученые и крупные специалисты G. Teeg, T. Brendt, D. Straetton, E. Andres, П.Ф. Бестемьянов, Ю.А. Кравцов, В.М. Лисенков, В.В. Сапожников, Н.Ф.Котляренко, В.С. Дмитриев, А.Б. Никитин, F. Bailey, U. Mashek, В. Феннер, Й. Тринкауф, X. Христов и многие другие. Кроме того, в своих исследованиях ученые нашей страны: К. Худайбергенов, В.Г. Строков, Ш.Х. Хорунов, Н.Н. Ибрагимов, Н.М. Арипов, М.Х. Расулов, А.Р. Азизов, Д.Х. Баратов, Ж.Ф. Курбанов,

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

Д.Х Рихсиев, С.Т. Болтаев, Э.К. Аметова, Ш.М. Юлдашев и другие уделили особое внимание техническим и технологическим решениям по организации движения поездов, теоретическому и практическому анализу использования транспортных процессов, в железнодорожной сигнализации, централизации и блокировки, а также устройствам управления на базе микропроцессоров.

В этих научных работах широко использованы возможности применения новых принципов и технологий. Однако, недостаточно исследованы вопросы совершенствования схем электрических цепей при кодировании и управлении светофорами в железнодорожных системах автоблокировки с помощью микроэлектронных устройств, отвечающих требованиям применения энерго- и ресурсосберегающих технологий, полученных на основе методов теории графов, алгоритмов и возможности программным обеспечением работы кодирующих транзисторов, математические модели, алгоритмы и программное обеспечение работы отдельно выведенных элементов схем управления светофорами в системах автоблокировки, а также их разработки и внедрения в производство.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов, включенных в план научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта на тему №А-03-055 «Разработка автоматизированной системы учета и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики для перспективных и высокоскоростных железных дорог Узбекистана» (2015-2017) и согласно плана «Единый комплексный план повышения технического уровня АО «Узбекистон темир йуллари» на 2019 г. (приказ №2347-НЗ от 27.12.2018 г.).

Целью исследования является разработка и исследование интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов для систем автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте.

Задачи исследования:

обоснование применения методов и принципов создания микроэлектронного импульсного формирователя на основе технических требований к оборудованию железнодорожной автоматики и телемеханики;

разработка математических моделей, алгоритмов работы и их программных обеспечений маятниковых и кодовых путевых транзисторов для исследования производительности микроэлектронного формирователя импульсов;

создание интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов с целью исключения контактных транзисторов в электрических схемах кодирования рельсовых цепей и управления светофором;

разработка мероприятий по технологическим средствам для сбережения электропитания и ресурсов за счет внедрения интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов, объединяющего функции трансмиттеров.

Объектом исследования являются маятниковые и кодовые путевые трансмиттеры систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Предметом исследования – являются методы математического моделирования, алгоритмы работы и программное обеспечение разработанного интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов.

Методы исследования. В процессе научных исследований применен системный подход с использованием теории дискретных систем, теории графов (мультиграфы сетей Петри) и методов математического моделирования теорема диагностики Байеса, экспериментальных методов исследования характеристик микроэлектронных устройств.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснованы принципы реализации схемы интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов на основе технических регламентов к оборудованию железнодорожной автоматики для широкого использования энерго- ресурсосберегающих технологических средств;

разработаны математические модели маятниковых и кодовых путевых трансмиттеров для анализа производительности и оптимизации программного обеспечения на основе мультиграфа сети Петри, для исследования режима параллельных процессов формирования импульсов;

определены способы реализации схематических решений интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов с использованием современных микроконтроллеров, оптронов и исключения трансмиттеров;

разработаны математические модели для диагностирования технического состояния микроэлектронного формирователя импульсов на основе метода теории вероятности Байеса;

создано новое энергосберегающее устройство - интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов, с малой массой и высоким КПД, формирующее коды двух трансмиттеров параллельно.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны алгоритмы работы маятниковых и кодовых путевых трансмиттеров для реализации процесса параллельного формирования импульсов микроэлектронного формирователя и их программное обеспечение;

разработано доказательство практической совместимости микроэлектронного формирователя импульсов взамен релейных устройств в кодовых цепях с существующими системами автоблокировки, релейной электрической централизации и автоматической поездоной сигнализации;

разработан интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов с целью исключения контактных транзисторов в схемах кодирования, реализовывающий энерго- и ресурсосбережение, малые массово-габаритные характеристики и локализацию устройства.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследований объясняется высокой совместимостью всех элементов, входящих в состав интегрального микроэлектронного формирователя импульсов и результатами анализа математических моделей электрических цепей в схемах кодирования на железнодорожной станции.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Актуальность результатов научного исследования объясняется усовершенствованием методов математического моделирования и повышением надежности цепей кодирования для решения задачи создания устройства микроэлектронного формирователя с использованием энерго- и ресурсосберегающих технических средств в станционных и перегонных цепях кодирования.

Практическая значимость результатов исследования объясняется в создании нового интегрированного микроэлектронного формирователя, объединяющего функции контактных транзисторов, разработанных на основе алгоритмов и программного обеспечения для повышения его способности работать без искажений и отказов, а также локализации, совместимости с существующими релейными электрическими схемами в электрической централизации, автоматической переездной сигнализации.

Внедрение результатов исследования: По результатам исследований, направленных на практическое применение интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов в системах железнодорожной автоматики и телемеханики:

на практике реализована математическая модель для анализа и оптимизации работы транзисторов, исследования процесса параллельного формирования импульсов интегрированного микроэлектронного импульсного формирователя основанная на применении графа сетей Петри, и для диагностирования технического состояния микропроцессорных устройств, на основе применения байесовского метода (справка АО «Узбекистон темир йуллари» 11 января 2021 г. №01/113-21). В результате научных исследований удалось обеспечить безупречную надежную работу устройства, учитывая необходимые условия для осуществления коммутации электрических цепей и проверки работы блока в динамическом режиме.

внедрен интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов на базе микроконтроллера STM32F103, формирующий коды в системах электрической централизации, автоблокировки и локомотивной сигнализации железнодорожной автоматики и телемеханики для надежного управления подвижным составом на станции Хамза АО «Узбекистон темир

йўллари» (справка ОАО «Узбекистан темир йўллари» от 11 января 2021 г. №01 / 113-21). В результате исследования созданы практические доказательства совместности с существующими релейными системами, повышения надежности устройства, исключения контактных трансмиттеров, введения функции самодиагностики устройства, снижения энергопотребления и потребления ресурсов на 45 ... 50 %, отказа от ежегодного обслуживания.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на 7 научно-практических, в том числе 3 международных (из них 1 входит в базу *Scopus*) и 4 республиканских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 17 научных работ, в том числе 3 статьи в зарубежных и 4 в республиканских научных журналах, рекомендованных ВАК РУз, и 3 свидетельства на программу ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Работа изложена на 120 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи предложенного направления, указаны предмет, объект и соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, показана научная новизна и практические результаты, теоретическая и прикладная значимость результатов, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Проблемы применения микропроцессорных технологий в формирователях кодов системах автоматки и телемеханики»** на основании литературного обзора выполнен анализ современного состояния микропроцессорных устройств железнодорожной автоматки и телемеханики и их развития и сделан вывод, для обеспечения конкурентоспособности устройств железнодорожной автоматки на мировом рынке необходимо модернизировать существующие блоки систем кодирования, исключить их механические элементы с целью повышения эффективности работы, локализовать микропроцессорное оборудование, сократить обслуживание оборудования и независимость от импортных поставок.

Исследования показали, что проблема внедрения микропроцессорных устройств в системы железнодорожной автоматки и телемеханики становится все более актуальной. Это очень важно, учитывая, что около 60% систем электрической сигнализации и автоблокировки в

железнодорожной сети Узбекистана находятся в эксплуатации более 30 лет. Они исчерпали свои ресурсы и нуждаются в замене на современные бесконтактные устройства.

Как правило, электрические цепи кодирования на станциях и на перегонах комплектуются контактными релейными транзиттерами. Кроме того, приостановка производства данных транзиттеров в промышленности еще больше усложняет ситуацию. В связи с этим в плане периодической замены данных устройств ремонт не дает желаемого эффекта.

На рис. 1. дано, результаты исследования, которые показали среди устройств автоматики и телемеханики самое большое количество отказов происходит, именно из-за транзиттеров. При этом детали и материалы изнашиваются, продолжают развиваться дефекты, что приводит к новым отказам и к очередным реставрационным работам. К ним относятся увеличение предельных затрат на ремонт транзиттеров, что приводит к увеличению затрат, связанных с остановкой поездов в связи с выходом из строя оборудования и экспоненциальным увеличением затрат на эксплуатацию оборудования.

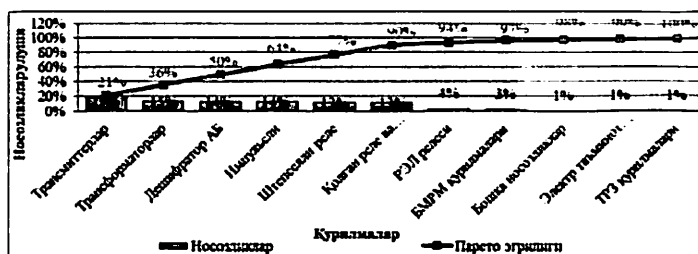


Рис.1. Распределение отказов по устройствам

Кроме этого, за последние годы значительно возросла стоимость электромеханических устройств. Например, стоимость реле за последние 10 лет увеличилась в 8-15 раз, в то время как стоимость микропроцессорных устройств - лишь в 3-5 раз.

Исследования показали, что не существует такое устройство, которое даст возможности уменьшить габариты, приведет к энергосбережению, автоблокировке и локомотивной сигнализации, обеспечит импульсное питание в рельсовых цепях автоблокировки постоянного тока и режим мигания для светофоров электрической централизации и переездной сигнализации.

Обобщая вышесказанное, следует отметить, что разработка микропроцессорных блоков необходима для исключения механических элементов в цепях кодирования, а также для обеспечения экономии энергии и ресурсов, снижения затрат на обслуживание оборудования, а также локализации производства, повышения конкурентоспособности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

Во второй главе «Математическое описание и разработка микроэлектронных формирователей импульсов» осуществлён анализ и выбор способа моделирования систем управления устройств; разработаны математические модели маятниковых и кодовых путевых трансмиттеров с использованием сети Петри теории графов и выполнен их анализ; разработаны импульсные и кодовые путевые формирователи.

На рис.2. показана обобщенная модель для контактов 31_32 и 41_42 работы маятникового трансмиттера МТ-1 с помощью сетей Петри. Где приведен граф в исходном состоянии трансмиттера при отсутствии питания. На графе изображены позиции 41_42, что соответствует замкнутым контактам трансмиттера. 41_42̄ - разомкнутые контакты, 270 мс и 300 мс - позиции, определяющие завершение работы таймера счета времени. В графе использованы переходы t_1 , t_2 и t_3 . В исходном состоянии при отсутствии питания контакты трансмиттера 41_42 разомкнуты, что отражено отсутствием фишки в позиции 41_42, и наличием её в позиции 41_42̄.

Для графа сети Петри МТ-1 расширенными функциями являются входные (I) и выходные (O). При включении питания и размыкании контактов 41 и 42, что определяется наличием фишки в позиции 41_42̄ согласно входной функции перехода $I(t_1) = \{\text{Пит.вкл.}, 300 \text{ мс}, 41_42̄\}$, этот переход запускается и в соответствии с выходной функцией перехода t_1 и имеем $O(t_1) = \{41_42, 270 \text{ мс}\}$. Это приводит к появлению фишки в позиции 41_42, так как входная функция этой позиции определяется выражением $I(41_42) = \{t_1\}$, замыканию контактов 41 и 42 и запуску таймера на 270 мс.

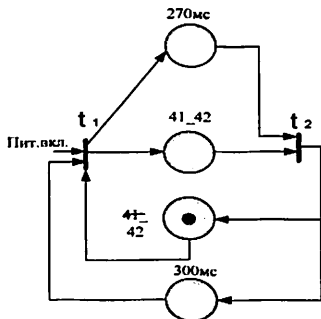


Рис. 2. Граф сети Петри обобщенной модели маятникового трансмиттера МТ-1

При включении питания и размыкании контактов 41 и 42, также запускается таймер на 270 мс., по истечению этого времени в позиции 270 мс появляется фишка. После выполнения этой операции граф имеет вид рис.4. Замыкание контактов 41 и 42, соответствует началу импульса, длительность которого определяется таймером и равна 270 мс. По истечению этого времени согласно, расширенной функции графа выполняется условие для запуска перехода $I(t_2) = \{41_42, 270 \text{ мс}\}$, в

результате чего фишки перейдут из позиций 270 мс и 41_42, в соответствии с выражениями $O(t_2) = \{41_42̄, 300 \text{ мс}\}$ и $I(41_42̄) = \{t_2\}$, $I(300 \text{ мс}) = \{t_2\}$ в позицию 41_42̄.

$$I(41_42) = \{t_1\}; \quad O(41_42) = \{t_2\}; \\ I(41_42̄) = \{t_2\}; \quad O(41_42̄) = \{t_1\};$$

$$\begin{aligned}
 I(270 \text{ мс}) &= \{t_1\}; & O(270 \text{ мс}) &= \{t_2\}; \\
 I(300 \text{ мс}) &= \{t_2\}; & O(300 \text{ мс}) &= \{t_3\}; \\
 I(t_1) &= \{\text{Пит.вкл.}, 300 \text{ мс}, \overline{41_42}\}; & O(t_1) &= \{41_42, 270 \text{ мс}\}; \\
 I(t_2) &= \{41_42, 270 \text{ мс}\}; & O(t_2) &= \{\overline{41_42}, 300 \text{ мс}\}.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Этим определяется завершение длительности импульса равное 270 мс. Выполнение функции $I(300 \text{ мс}) = \{t_2\}$ приводит к запуску таймера выдержки времени на 300 мс. В позиции 300 мс фишка появляется по истечению времени выдержки времени таймером 300 мс. Наличие фишки в позициях 300 мс и $\overline{41_42}$ создает условие для запуска перехода t_1 согласно выражению $I(t_1) = \{\text{Пит.вкл.}, 300 \text{ мс}, \overline{41_42}\}$, т.е. разомкнуты контакты 41 и 42, выдержка времени 300 мс., соответствующая длительности промежутка между импульсами выдержана и закончилась, следовательно, необходимо завершить период первого цикла. Граф сети Петри принимает вид исходного состояния. Такой же метод был рассмотрен для трансмиттера МТ-2. Моделирование работы трансмиттеров МТ-1 и МТ-2 позволило разработать оптимальный алгоритм и программное обеспечение микропроцессорного устройства. Исследование модели показало, что один таймер может использоваться для генерации импульсов в программном обеспечении.

Рассмотрим работу формирователя кодов КППШ-5 при формировании кода КЖ, граф которого изображен на рис.3. Представленный граф сети Петри, отражающий состояние выходной клеммы КЖ, где позиция $\odot_{\text{КЖ}}$ соответствует тому, что клеммы КЖ и ОКЖ имеют связь между собой. Позиция $\ominus_{\text{КЖ}}$ - соответствует обрыву электрической связи между выводами КЖ и ОКЖ. В исходном состоянии при включении формирователя кодов к напряжению, согласно алгоритму работы формирователя сразу же появляется электрическая связь между выводами., т.е идет формирование первого импульса кода КЖ. Рассмотрим работу модели для этой ситуации. Для графа сети Петри кодового путевого трансмиттера при формировании кода КЖ расширенными входными (I) и выходными (O) функциями являются:

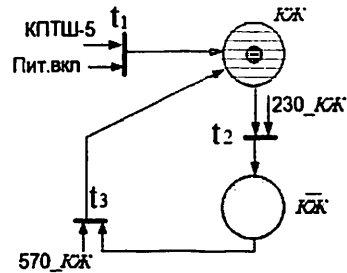


Рис. 3. Граф сети Петри путевого трансмиттера для кода КЖ

$$\begin{aligned}
 I(\text{КЖ}) &= \{t_1, t_3\}; & O(\text{КЖ}) &= \{t_2\}; \\
 I(\overline{\text{КЖ}}) &= \{t_2\}; & O(\overline{\text{КЖ}}) &= \{t_3\}; \\
 I(t_1) &= \{\text{КППШ-5}, \text{Пит.вкл.}, \}; & O(t_1) &= \{\text{КЖ}\}; \\
 I(t_2) &= \{\text{КЖ}, 230 - \text{КЖ}\}; & O(t_2) &= \{\overline{\text{КЖ}}\}; \\
 I(t_3) &= \{\overline{\text{КЖ}}, 570 - \text{КЖ}\}; & O(t_3) &= \{\text{КЖ}\}.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Наличие фишки в позиции КЖ, определяется выполнением функции $I(КЖ)=\{t_1\}$ и запуском перехода t_1 , т.е. выполнение функции $O(t_1)=\{КЖ\}$. Запуск перехода t_1 определяется выполнением функции $I(t_1)=\{КПТШ-5, Пит.вкл.\}$, где переменная КПТШ-5 определяет тип выбранного кодового путевого трансмиттера, в данном случае пятый, а переменная Пит.вкл. отражает момент включения питания. Первый импульс кода КЖ длительностью 230 мс. По истечению этого времени должен произойти разрыв электрической связи между выводами трансмиттера КЖ и ОКЖ.

Рассмотрим эту ситуацию с применением графа рис. 3, где фишка должна перейти из позиции КЖ в позицию $\overline{КЖ}$. Это соответствует наличию интервала между импульсами. Для выполнения условий перехода фишки необходимо создать условия для запуска перехода, т.е. выполнение входной функции $I(t_2)=\{КЖ, 230_КЖ\}$, где переменная КЖ отражает наличие фишки в этой позиции, а переменная 230_КЖ, о завершении счетчиком времени длительности импульса в 230 мс. Таким образом, выполняются условия для запуска перехода t_2 .

Фишка перемещается из позиции КЖ в позицию $\overline{КЖ}$, что означает наличие физического разрыва между выводами КЖ и ОКЖ. Длительность интервала между импульсами равна 570 мс, по истечению которой должно выполниться условие перехода t_3 , согласно функции $I(t_3)=\{\overline{КЖ}, 570_КЖ\}$.

Где $\overline{КЖ}$ переменная свидетельствует о наличии фишки в этой позиции, а переменная 570_КЖ о завершении отсчета таймером времени 570 мс равного длительности времени отсутствия импульса в кодовой комбинации КЖ. Запуск перехода, соответствует появлению фишки в позиции КЖ, согласно входной функции $I(КЖ)=\{t_1, t_3\}$. Переход фишки в позицию КЖ, отражается наличием электрической связи между выводами КЖ и ОКЖ и продолжению цикла формирования кодов КЖ, согласно графу рис.3 по входу от перехода t_3 .

В этом же порядке были разработаны отдельные модели передатчиков КПТШ-5 и КПТШ-7 для Ж- и З-кодов. В процессе моделирования электрических схем с использованием мультиграфов сетей Петри был получен метод, обеспечивающий безупречную и надежную работу микропроцессорных блоков.

Модель маятникового и кодового путевого трансмиттера в виде сети Петри позволяет разработать его оптимальный алгоритм и программу для микроконтроллера формирователя импульсов, исключает возможность принятия неверных решений, создает условия для определения потери того или иного фрагмента алгоритма обработки блоков.

В третьей главе, озаглавленной «Исследование и разработка интегрированного микросистемного формирователя импульсов» предложены основные методы системного резервирования для обеспечения

безопасности микропроцессорного интервального управления. Разработаны функциональные и принципиальные схемы, алгоритм и программное обеспечение интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов. Приведен метод диагностики технического состояния микроэлектронного генератора.

На рис. 4. представлена функциональная схема интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов. Модуль шифрования МП разработан для создания желаемой последовательности импульсов.

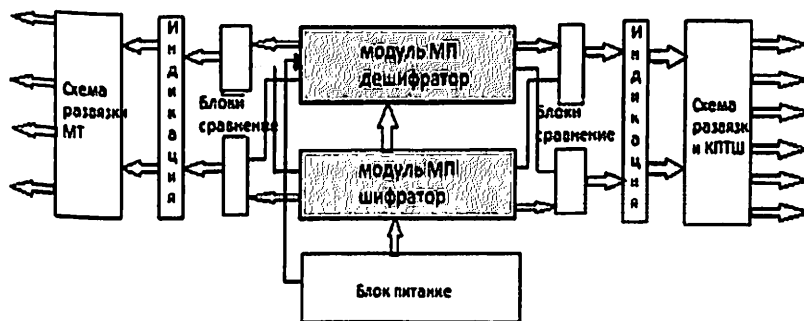


Рис. 4. Функциональная схема интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов.

Показано, что при вырабатываемых импульсах, эдентичных импульсам дешифратора, эти импульсы передаются в развязку КППШ или МТ, действующей как контакты трансмиттеров.

Экспериментально доказано, если шифратор по какой-либо причине начинает генерировать неправильные коды, выходящие коды из дешифратора, отличаются от кодов шифратора, поэтому такие коды не передаются на выход передатчика через блоки сравнения. Микроконтроллер подключается к цепям разделения через блок индикации.

На основе структурной схемы разработана принципиальная схема интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов. Принципиальная схема интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов, приведенная на рис. 5, показывает подключение устройства непосредственно к цепи без механических контактов.

Все логические операции производятся с помощью программного обеспечения, записанного на микроконтроллер с использованием STM32F103, а имитация контактов - с помощью элементов PVG-612A TLP 250 и MOC. Преимущество интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов перед действующими в настоящее время электромеханическими микроэлектронными трансмиттерами состоит в том,

что он может выполнять четыре функциональные задачи параллельно, это отражено принципами его построения 4 в 1.

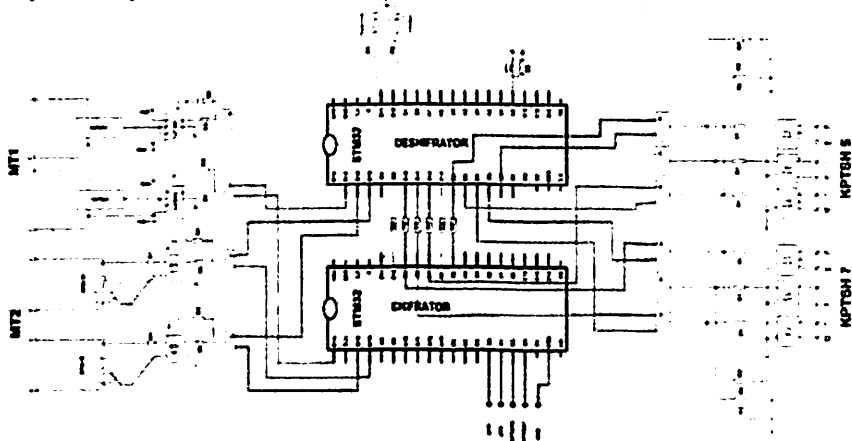


Рис. 5. Принципиальная схема интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов

Для решения этих задач до создания программного обеспечения были разработаны алгоритмы, основанные на принципах работы устройств МТ-1, МТ-2 и КПТШ. При разработке алгоритмов использована специальная программа «ИС Дракон». Алгоритмы работы интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов показаны на рис. 6 и 7.

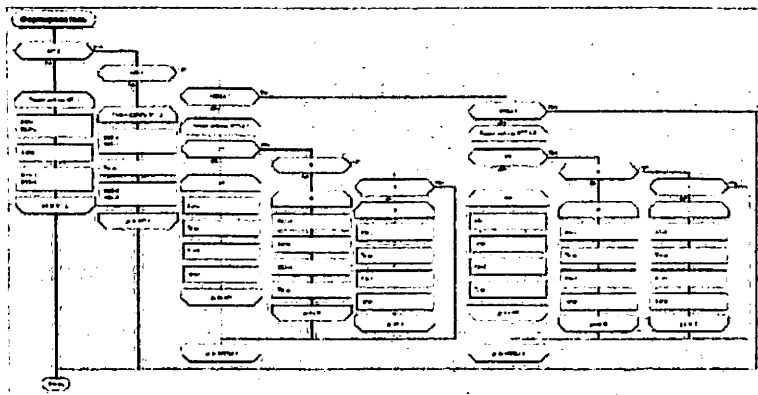


Рис. 6. Алгоритм работы шифратора интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов.

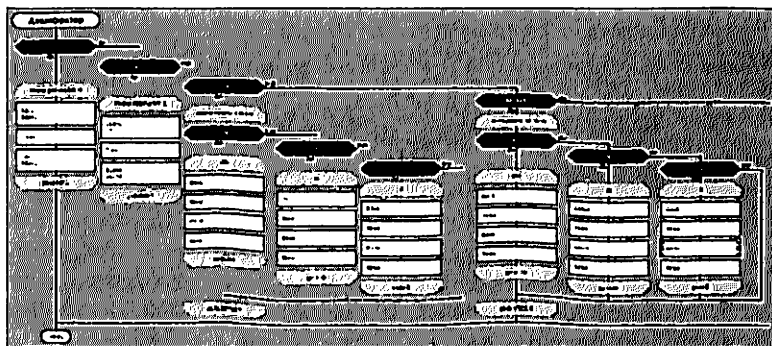


Рис. 7. Алгоритм дешифратора интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов

Методом Байеса определена интенсивность основной неисправности интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов $285,6 \cdot 10^{-6}$ 1/ч и выдвинут ряд гипотез. Предполагается, что в результате использования интегрированного микроэлектронного устройства генерации импульсов k_j -устройства выйдут из строя в $n\%$ случаев, когда импульсы или интервалы превышают допустимые временные рамки.

Исходя из этого, была определена вероятность того, что интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов сможет работать через t часов, и это время основано на следующих расчетных интенсивностях неисправностей устройства:

$$P(D_1 / k_1) = \frac{e^{-2,86 \cdot 10^{-4} \cdot t} \times n \times 10^{-2}}{e^{-2,86 \cdot 10^{-4} \cdot t} \times n \times 10^{-2} + (1 - e^{-2,86 \cdot 10^{-4} \cdot t}) \times (1 - n \times 10^{-2})} \quad (3)$$

где k_j – 3 кодидаги импульсар сони, 3 га тенг; $n_{и.з}$ – 3 кодидаги интерваллар сони, 3 га тенг; $n_{и.ж}$ – Ж кодидаги импульсар сони, 2 га тенг; $n_{и.жк}$ – Ж кодининг интерваллар сони, 2 га тенг. $n_{и.жкк}$ – КЖ кодининг импульсар сони, 1 га тенг; $n_{и.жккк}$ – КЖ кодининг интерваллар сони, 1 га тенг. Демак, бу холатда $n = 12$ га тенг бўлади.

признак отклонения длительности или интервала импульса от допустимых значений; D_1 - состояние объекта при возникновении дефектов.

Поскольку в качестве примера взяты коды путевого кодового транмиттера, значение n определяется с помощью следующего выражения:

$$n = n_{и.з} + n_{и.з} + n_{и.ж} + n_{и.жк} + n_{и.жкк} + n_{и.жккк}, \quad (4)$$

где $n_{и.з}$ – количество импульсов в коде 3, равное 3; $n_{и.з}$ – количество интервалов в 3-коде, равное 3; $n_{и.ж}$ – количество импульсов в коде Ж, равное

2; $n_{ин.ж}$ – количество интервалов кода Ж равно 2. $n_{ин.кж}$ – количество импульсов кода КЖ, равное 1; $n_{ин.кж}$ – количество интервалов кода КЖ равно 1. Следовательно, в этом случае $n = 12$.

Таким образом, количество свойств вектора K определяется следующим выражением:

$$K = k_{и.з.1} + k_{и.з.2} + k_{и.з.3} + k_{ин.з.1} + k_{ин.з.2} + k_{ин.з.3} + k_{и.ж.1} + k_{и.ж.2} + k_{ин.ж.1} + k_{ин.ж.2} + k_{и.кж} + k_{ин.кж}, (5)$$

где $k_{и.з.1}, k_{и.з.2}, k_{и.з.3}$ – признаки отклонения импульсов кода З от заданных временных параметров; $k_{ин.з.1}, k_{ин.з.2}, k_{ин.з.3}$ – признаки временных отклонений импульсных интервалов кода З; $k_{и.ж.1}, k_{и.ж.2}$ – признак отклонения 1-го и 2-го импульсов от заданного времени кода Ж; $k_{ин.ж.1} + k_{ин.ж.2}$ – признаки отклонения диагностических межимпульсных интервалов кода Ж от допустимого значения; $k_{и.кж}$ – знак отклонений длительности импульсов кода КЖ; $k_{ин.кж}$ – отклонения от длительности кодового интервала КЖ.

Аналогичным образом определялась вероятность технического диагностирования ИМФИ в других режимах работы, таких как КПТШ7, МТ1 и МТ2. Это основано на значениях скорости работы устройства и интенсивности основных неисправностей.

В четвертой главе «Разработка рекомендаций по внедрению интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов» разработана методика проверки работоспособности встроенного микроэлектронного генератора импульсов и условия его реализации. Микроэлектронный формирователь испытан экспериментально на действующих системах станций и перегона. Проверены функциональные возможности комбинированного формирователя. Обоснована целесообразность использования устройства на практике.

Для определения правильности работы интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов предварительно его временные и электрические параметры были проверены в исследовательской лаборатории фирмы «Микроэлектроника плюс» (рис. 8).

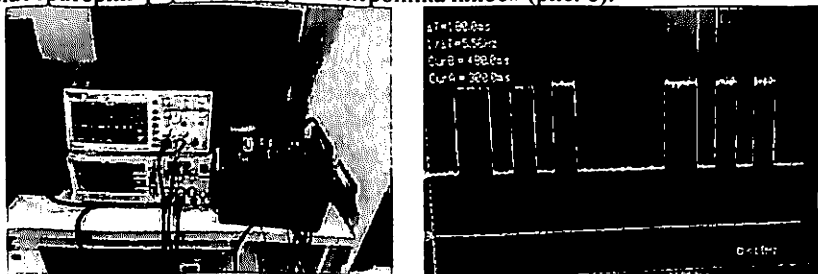


Рис. 8. Проведение испытаний интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов с помощью осциллографов.

Точная и безошибочная работа собранного устройства в контрольно-измерительном отделе ШЧ-1 позволила проведение испытания на стенде для проверки кодов КЖ, Ж и 3 многофункционального трансмиттера. Согласно техническому заданию стенда и по предоставленным результатам в таблице 1. составлен акт. На основании полученного акта устройство установлено для испытаний на действующих системах станции Хамза, вместо устройств в стативе 44 точке 14 на на боковом пути.

Микропроцессорные блоки при установке на полках релейных стативов в условиях эксплуатации взаимозаменяемы с релейными блоками и не нарушают нормальную работу системы, что свидетельствует об электромагнитной совместимости микропроцессорных блоков.

Таблица 1

Временные параметры интегрированного микроэлектронного трансмиттера

| Режим | Код | Продолжительность, мс | | | | | |
|--------|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | Первый импульс | Первый интервал | Второй импульс | Второй интервал | Третий импульс | Третий интервал |
| КПТШ-5 | З | 350 | 120 | 220 | 120 | 220 | 570 |
| | Ж | 380 | 120 | 380 | - | - | 720 |
| | КЖ | 230 | - | - | - | - | 570 |
| | Цикл | 1600 | | | | | |
| КПТШ-7 | З | 350 | 120 | 240 | 120 | 240 | 790 |
| | Ж | 350 | 120 | 600 | - | - | 790 |
| | КЖ | 300 | - | - | - | - | 630 |
| | Цикл | 1860 | | | | | |
| | Контакты | импульс | интервал | Количество импульсов в 1 минуту | | | |
| MT-1 | 31-32, 41-22 | 270 | 12 | 105 | | | |
| MT-2 | 31-32 | 750 | 750 | 40 | | | |

Поскольку трансмиттер КПТШ подключается к рельсовым цепям посредством реле ТШ-60 постоянного тока, новое созданное микроэлектронное устройство также подключается и испытывается с помощью реле переменного тока ТШ-60. В итоге разработана специальная схема согласования (рис. 9).

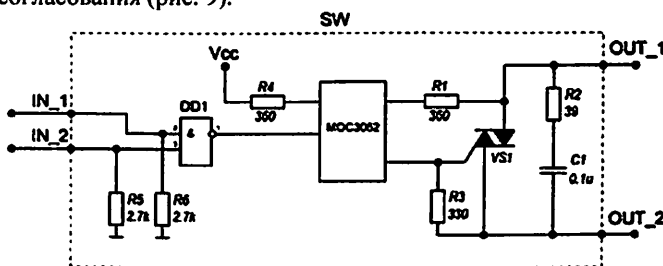


Рис. 9. Схема увязки для переменного тока

Входы IN_1 и IN_2 предназначены для подключения к выходам логического элемента на рисунке 5, а транзистор МOC3062 является связующим звеном, выполняющим основную функцию, адаптируясь к релейным устройствам.

В ходе испытаний установлено: импульсы, генерируемые интегрированным микроэлектронным формирователем импульсов, имеют четкую, без каких-либо отклонений, форму четырехугольника. Это является решением проблем транзиттеров, на которые сегодня приходится наибольшая доля отказов в железнодорожных устройствах сигнализации и блокировки (рис. 10).

В результате были внедрены математические модели работы интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов для оптимизации и анализа работы программного обеспечения формирователя и исследования процесса генерации параллельных импульсов. Таким образом, для обеспечения надежной работы устройства появилась возможность учитывать условия и проверять работу блока в реальных динамических режимах.

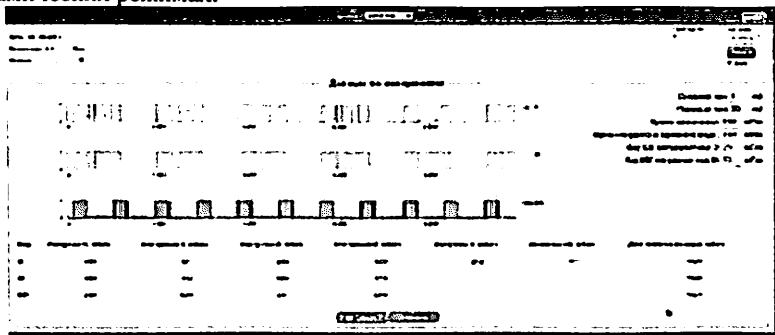


Рис. 10. Результаты измерения временных параметров интегрированного транзиттера

Интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов, генерирующий коды систем электрической блокировки, автоблокировки и устройств локомотивной сигнализации для надежного управления процессом транспортировки. Данный формирователь основан на микроконтроллере STM32F103, расположенном в центральной части платы и приведенном на рисунке 11.

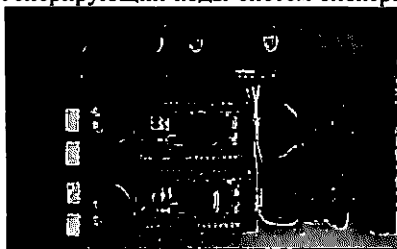


Рис. 11. Плата интегрированного микроэлектронного формирователя

На станции Хамза железных дорог Узбекистана внедрен

интегрированный микроэлектронный генератор импульсов. результате получено исключение контактных транзисторов, введение функции самодиагностики прибора, снижение потребления электроэнергии и ресурсов на 45-50% в год; созданы условия для отказа от планового обслуживания, повышения надежности работы устройства и адаптации к совместной работе в существующих релейных системах.

Общая сумма сэкономленных за год средств от внедрения на станции Хамза интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов составила 94, 01 сумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований для разработки и внедрения интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов систем автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта, представлено следующее заключение:

1. Разработаны математические модели маятниковых и кодовых путевых транзисторов на основе теории графов мультиграфа сети Петри. Полученные математические модели дали возможность получить методы учета условий реализации и коммутации схем кодирования в автоблокировках, где за основу были приняты действующие принципиальные электрические схемы кодирования, выполненные с использованием электромеханических транзисторов.

2. На основании установленных технических требований к устройствам железнодорожной автоматики и телемеханики разработаны методы реализации, алгоритмы работ и программное обеспечение интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов. В результате разработан интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов, отвечающий требованиям бесперебойного движения, локализации технических устройств, внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологических средств, стоимостью в 10 раз дешевле.

3. Для диагностирования технического состояния микропроцессорного устройства на основе использования метода Байеса - теории вероятности разработаны математические модели интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов. Получены значения вероятности срабатывания устройства, эксплуатационной интенсивности отказа устройства и интенсивности основных неисправностей, дана оценка диагностики технического состояния интегрированного формирователя.

4. Для обеспечения бесперебойного управления перевозочным процессом был разработан и внедрен интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов на основе более функционального микроконтроллера STM32F103, используемый в качестве формирователя

кода в системах автоблокировки и для управления светофорами в системах переездной сигнализации, электрической централизации железнодорожной автоматики и телемеханики.

5. В результате научных исследований получена возможность отказа от использования электромеханических транзиттеров, повышения эффективности потребления электроэнергии, увеличения периодичности обслуживания согласно технологическим регламентам и адаптирования к существующим системам. Более того, введением функции диагностики увеличена стоимость надежного выполнения работы блока и достигнута гибкость интерфейсов существующих и новых разработанных систем.

6. Доказано, что при замене существующих транзиттеров используемых в системах электрической централизации, автоблокировки и АПС микроэлектронными аналогами, сохраняются существующие функциональные возможности всех электрических цепей. В результате внедрения интегрированного микроэлектронного формирователя импульсов эффективно реализованы энерго- и ресурсосберегающие технологические средства для систем автоматизации и телемеханики, при этом, энергопотребление снижено на 45-50 %.

7. Разработанный интегрированный микроэлектронный формирователь импульсов внедрен на ст. Хамза АО «Узбекистан темир йуллари». Внедрением решена проблема отказов и эксплуатационных расходов в связи с отсутствием оборудования. В то же время, повышение уровня безопасности движения поездов на станции и перегоне, увеличение эксплуатационной прибыли, пропускной способности участков и скорости движения поездов положительно отразились на результатах работы железной дороги. Годовая рентабельность использования микроэлектронного формирователя импульсов составляет 45,3 млн. сумов за единицу устройства, 94,01 млн. сумов для станции Хамза.

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

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

SHAKIROVA FERUZA FAYZITDINOVNA

**INTEGRATED MICROELECTRONIC PULSE SHAPER OF
AUTOMATION AND TELEMECHANIC SYSTEMS OF RAILWAY
TRANSPORT**

05.08.03 – Operation of railway transport

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

Tashkent – 2021

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under PhD.15/30.12.2019.T.73.01

The dissertation has been prepared at Tashkent state transport university.

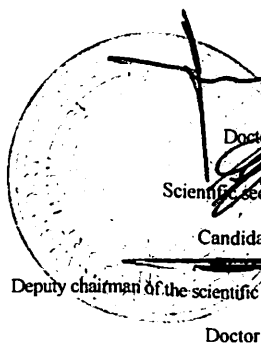
The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.tstu.uz) and on the web site of "ZiyoNet" Information and education portal (www.ziynet.uz).

| | |
|-------------------------------|--|
| Scientific supervisor: | Aripov Nazirjan Mukaramovich doctor of technical sciences, professor |
| Official opponents: | Uljaev Erkin doctor of technical sciences, professor Khadjimukhametova Matluba Adilovna candidate of technical sciences, docent |
| Leading organization: | Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi |

The defense will be take place "18" 12 2021 at 10⁰⁰ at the meeting of Scientific Council at the Scientific Council PhD.15/30.12.2019.T.73.01 Tashkent state transport university. Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone:(+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-57, e-mail: tashiit_rektorat@tstu.uz

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information-Resource Center of the Tashkent state transport university (Registration number -045). (Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66).

Abstract of dissertation was distributed on "04" 12 2021 year.
(mailing record № 037 on "04" 12 2021 year)



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

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

M.X. Rasulov
Deputy chairman of the scientific seminar under scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is to develop and research the integrated microelectronic pulse shaper for automation and telemechanic systems in railway transport.

Tasks of the research:

substantiation of the application of methods and principles for creating a microelectronic pulse shaper based on technical requirements for railway automation and telemechanic equipment;

development of mathematical models, operating algorithms and their software for pendulum and code track transmitters for researching the performance of a microelectronic pulse shaper;

creation of an integrated microprocessor-based pulse shaper in order to exclude contact transmitters in electrical circuits for coding rail circuits and controlling traffic lights;

development of an event on technological means for saving power supply and resources through the introduction of an integrated microelectronic pulse shaper that combines the functions of transmitters.

Scientific novelty of the research is as following:

the principles of the implementation of the integrated microelectronic pulse shaper circuit are substantiated on the basis of technical regulations for railway automation equipment for the widespread use of energy-resource-saving technological means;

mathematical models of pendulum and code track transmitters have been developed for performance analysis and software optimization based on the multigraph of a Petri net, for studying the mode of parallel pulse shaping processes;

ways of implementing schematic solutions of an integrated microelectronic pulse shaper using modern microcontrollers, optocouplers, and excluding transmitters have been determined;

mathematical models have been developed for diagnosing the technical state of a microelectronic pulse shaper based on the Bayesian probability theory method;

a new energy-saving device has been created – The integrated microelectronic pulse shaper with low mass and high efficiency, which generates codes of two transmitters in parallel.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Шакирова Ф.Ф. Исследование модели микроэлектронного формирователя кодов / А.Р. Азизов, Ф.Ф. Шакирова // Научно – технический журнал «Информационные технологии моделирования и управления» Воронеж 2019. №2 (116) (05.00.00; №43).

2. Азизов А.Р. Исследование модели микроэлектронного маятникового трансмиттера с помощью метода сети Петри / А.Р. Азизов, Ф.Ф. Шакирова // International scientific and technical journal “Innovation technical and technology” Vol.1, №4. 2020. ISSN: 2181-1067 Journal homepage: www.summusjournals.uz (05.00.00; №23 (Scientific Journal Impact Factor), №35 (CrossRef)).

3. Арипов Н.М. Темир йўл автоматика ва телемеханикаси код шакллантиргичнинг ривожланиши ва замонавий ҳолати / Н.М. Арипов, Ф.Ф. Шакирова // Academic Research in Educational Sciences, 2(1), 750-755. 2021. ISSN: 2181-1385 (05.00.00; №23 (Scientific Journal Impact Factor), №23 (CiteFactor)).

4. Shakirova Feruza Fayzitdinovna, Aripov Nazirjon Mukarramovich. Development of a work algorithm for an integrated microelectronic pulse generator. “International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology” India: Vol. 8, Issue 2, February 2021. ISSN: 2350-0328. P. 8563-8567. (05.00.00; №8).

5. Asadulla R Azizov and Feruza F Shakirova. Method for assessing the diagnosis of the technical condition of an integrated microprocessor pulse generator of railway automation and telemechanics. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 052073. pp doi:10.1088/1757-899X/862/5/052073 (№3 Scopus).

6. Shakirova F.F. The comparative method of analysis in assessing the effectiveness of the development and implementation of microelectronic pendulum transmitters in railway transport. Aripov N.M., F.F. Shakirova. Tashkent State Technical University TSTU “Technical science and innovation” ТашГТУ 2 (2021), №1. С 20-25.(05.00.00; №16).

7. Арипов Н.М. Бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргични амалда қўллашнинг техник самарадорлиги / Н.М. Арипов, Ф.Ф. Шакирова // Научно-технический и информационно-аналитический журнал “Научно – технический журнал Ферганского политехнического института”. 2 (2021). (05.00.00; №20).

II бўлим (II часть; II part)

8. Шакирова Ф.Ф. Разработка Микропроцессорного маятникового трансмиттера / Ф.Ф. Шакирова // Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные научные исследования». Институт управления и социально – экономического развития, Саратовский государственный технический университет, Richland College (Даллас, США), 2017. – С 186-188.

9. Шакирова Ф.Ф. Внедрение ресурсосберегающих технологий в автоматику на железнодорожном транспорте / Ф.Ф. Шакирова // Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». – Ташкент: ТашИИТ, 14-15 декабря 2016. – С.199-201.

10. Шакирова Ф.Ф. Разработка микроэлектронной модели маятникового трансмиттера / Ф.Ф. Шакирова // Молодой научный исследователь. Материалы научно-практической конференции студентов магистратуры и бакалавриатуры. ТашИИТ (5-7 апрель). – Ташкент: ТТЙМИ, 2010. – С. 155-157.

11. Шакирова Ф.Ф. Разработка микропроцессорного формирователя кодов / А.Р. Азизов, Ф.Ф. Шакирова // Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». ТашИИТ, 18-19 декабря 2018.

12. Шакирова Ф.Ф. Method for assessing the diagnosis of the technical condition of an integrated microprocessor pulse generator of railway automation and telemechanics / А.Р. Азизов, Ф.Ф. Шакирова // II International Scientific Conference "MIP: Engineering-2020-Modernization, Innovations, Progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering" in April 16-18,2020 in Krasnoyarsk, Russia.

13. Шакирова Ф.Ф. Темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика тизимлари учун бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич /А.Р. Азизов, Ф.Ф. Шакирова //Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». ТашИИТ, 3-4 декабря 2020.

14. Арипов Н.М. Experimental connection of the combined microelectronic pulse generator to the operating station and distillation systems / Н.М. Арипов, Ф.Ф. Шакирова // Инновационный дискурс развития современной науки: сборник статей VI международной научно-практической конференции (28 июня 2021 г.) – петрозаводск: «новая наука», 2021.

15. Шакирова Ф.Ф., Азизов А.Р. Автоблокировка курилмаларида рельс занжирларнинг импульсли таъминотидаги микроэлектрон маятникли трансмиттер МТ-1 нинг дастурий таъминоти ЭХМ учун дастурига

Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги томонидан берилган гувоҳнома № DGU 07725, 15.01.2020 й.

16. Шакирова Ф.Ф., Азизов А.Р. Темир йўл станцияларидаги кириш-чиқиш ва переезд светофорларининг милтиллаб ёниши учун импульс шакллантиргичнинг дастурий таъминоти ЭХМ учун дастурига Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги томонидан берилган гувоҳнома № DGU 07742, 17.01.2020 й.

17. Шакирова Ф.Ф., Азизов А.Р., Арипов Н.М., Юлдашев Ш.М., Одилов У.С. Темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика тизимлари учун бирлаштирилган микроэлектрон импульс шакллантиргич шифраторининг дастурий таъминоти ЭХМ учун дастурига Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги томонидан берилган гувоҳнома № DGU 08806, 23.08.2020 й.

Автореферат «Transport xabarnomasi» илмий-амалий журнали
таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди
(4.11.2021 йил).

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

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