

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.03/30.12.2019.Т.03.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ТОХИРОВ ЭЪЗОЗБЕК ТУРСУНАЛИЕВИЧ**

**ТЕМИР ЙЎЛ КЕСИШМА СИГНАЛИЗАЦИЯСИНИНГ НАЗОРАТ**  
**ҚИЛИШ ДАТЧИКЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ МОДЕЛЛАРИ,**  
**АЛГОРИТМЛАРИ ВА ДАСТУРИЙ ВОСИТАЛАРИ**

**05.01.06 – Ҳисоблаш техникаси ва бошқарув тизимларининг элементлари ва**  
**қурилмалари**

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

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Тоҳиров Эъзобек Турсуналиевич**

Темир йўл кесимша сигнализациясининг назорат қилиш датчикларини  
такомиллаштириш моделлари, алгоритмлари ва дастурий воситалари.....3

**Тоҳиров Эъзобек Турсуналиевич**

Модели, алгоритмы и программные средства усовершенствования  
датчиков контроля переездной сигнализации.....21

**Tokhirov Ezozbek Tursunaliyevich**

Models, algorithms and software for improving railway  
level crossing signalling sensors.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 43

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.03/30.12.2019.T.03.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ТОХИРОВ ЭЪЗОЗБЕК ТУРСУНАЛИЕВИЧ**

**ТЕМИР ЙЎЛ КЕСИШМА СИГНАЛИЗАЦИЯСИНИНГ НАЗОРAT**  
**ҚИЛИШ ДАТЧИКЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ МОДЕЛЛАРИ,**  
**АЛГОРИТМЛАРИ ВА ДАСТУРИЙ ВОСИТАЛАРИ**

**05.01.06 – Ҳисоблаш техникаси ва бошқарув тизимларининг элементлари ва**  
**қурилмалари**

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

**Тошкент – 2021**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.Ph.D/Г2001 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz)) ва «Ziyoueb» ахборот-таълим порталида ([www.ziyoueb.com](http://www.ziyoueb.com)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Алнес Равшан Маратович**  
техника фанлари доктори, доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Мамаджанов Аляшер Мамаджанович**  
техника фанлари доктори, профессор  
**Матъқубов Нурбек Рустамович**  
техника фанлари бўйича фалсафа доктори

**Етақчи ташкилот:**

**Мухаммад Ал-Хоразмий номидagi**  
**Тошкент ахборот технологиялари**  
**университети**

Диссертация химояси Тошкент Давлат Техника Университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.03.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «11» 09 соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтди. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: [tstu\\_info@tdtu.uz](mailto:tstu_info@tdtu.uz)).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (219 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел.: (99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2021 йил «8» 09 кuni тарқатилди.  
(2021 йил «19» 08 даги 14 рақамли реестр баённомаси).



**Н.Р. Юсупбеков**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси,  
т.ф.д., профессор, академик

**У.Ф. Мамиров**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш илмий котиби,  
техника фанлари бўйича PhD, доцент

**Х.З. Игамбердиев**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси,  
т.ф.д., профессор, академик

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

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда темир йўл кесишмаларининг ўтказувчанлик қобилиятини такомиллаштириш ва хавфсизлигини таъминлаш борасида унинг инфраструктурасини ва интеллектуал ахборот коммуникацион датчикли моделларини ишлаб чиқиш, тузилиш тамойилларини тадқиқ этиш ва уларни амалиётда қўллаш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Бу борада бахтсиз ҳодисалар эҳтимолини камайтириш, ҳаракат қондалари ва йўлни лойиҳалаш стандартларини қатъий тартибга солиш ва назорат қилиш, хавфсизлик чораларини кенгайтириш ёки юқори техник жиҳозланиш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Автомобиль ва темир йўл кесишиш ҳудудларидаги ускуналар ўз фаолиятлари орқали бошқарув ижрочилари ва йўл фойдаланувчиларига қулайлик яратиши муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда аҳоли зич жойлашган шаҳарларда темир йўл кесишмалари узок муддат ёпилиши сабабли тирбандликлар пайдо бўлиши, кўплаб транспорт тўқнашувлари содир этилиши ва оқибатда поезд ҳаракатланиши тезлигининг камайиши ёки тўхташи, автотранспорт воситаларининг ва йўловчиларнинг кутиш вақтини ошиб кетиши, умумий самарадорликнинг пасайишига олиб келганлиги учун ушбу муаммоларга қаратилган илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу жиҳатдан, бугунги кунда тизимдаги камчилик ва хавф хатарларни бартараф этиш мақсадида поезд темир йўл кесишмаларига яқинлашиш участкаларининг ҳолатини назорат қилиш датчикларининг тадқиқоти учун модел ва алгоритмларни ишлаб чиқиш долзарб масала сифатида қаралмоқда.

Республикамызда темир йўл соҳасида замонавий инновацион тармоқларни модернизация ва диверсификация қилиш ҳисобига унинг рақобатбардошлигини оширишда миллий иқтисодиётнинг мутаносиблигини таъминлаш, унинг таркибида саноат ва хизмат кўрсатиш соҳаси каби тизимларни такомиллаштиришга қаратилган кенг қамровли тезкор чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...техник ва технологик жиҳатдан янгилаш, ишлаб чиқариш, транспорт-коммуникация ва ижтимоий инфратузилма лойиҳаларини амалга ошириш<sup>1</sup>, .....йўл-транспорт инфратузилмасини янада ривожлантириш, иқтисодиёт, ижтимоий соҳа, бошқарув тизимида ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш» вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни бажаришда, шу жумладан темир йўл кесишмаларидаги сигнализация бошқарув тизимларининг назорат датчикларини

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

такомиллаштириш усуллари ва алгоритмларини ишлаб чиқиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон “Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги Фармони, 2017 йил 2 декабрдаги ПҚ-3422-сон “2018-2022 йилларда транспорт инфратузилмасини такомиллаштириш ва юк ташишнинг ташқи савдо йўналишларини диверсификациялаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қонуни ҳамда мазкур фаолиятга тегишли норматив-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазибаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурслар тежамкорлиги» ва IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» каби муҳим йўналишлар доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Темир йўл кесишмалари ҳолатини назорат қилиш датчикларини ишлаб чиқишни йўлга қўйган сўнги технологиялар асосида илмий тадқиқотлар олиб борувчи жаҳоннинг етакчи илмий ташкилотлари ва таълим марказлари, жумладан, General Electric Transportation (АҚШ), Institute of Communications Technology Hannover, Брауншвейг Техника университети (Германия), Bombardier transportations (Канада-Швеция), Москва темир йўл муҳандислари институти, Самара давлат темир йўл университети, Петербург давлат темир йўл университети (Россия), Тошкент давлат транспорт университети (Ўзбекистон) томонидан кенг қамровли илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Жаҳон миқёсида илмий изланишлар натижасида темир йўл кесишмаларини ривожлантириш билан боғлиқ илмий муаммоларни ҳал қилишга чет эл олимлари Полевой Ю.И.<sup>2</sup>, Тильк И.Г.<sup>3</sup>, Т. Manabu<sup>4</sup>, N. Miyaguchi, K. Kumasaka, R. Ishima, Y. Fukuta, К.К. Таль, А.А. Поляков, R.C.Taggart<sup>5</sup>, P. Lauria, G. Groat, C. Rees, A. Brick-Turin, A.S. Hakkert<sup>6</sup>, V.Gitelman, W. Okitsu<sup>7</sup>, М.Н. Schrader<sup>8</sup>, J.R. Hoffpauer, M.R. Haque<sup>9</sup>, S. Tanvir,

<sup>2</sup> Полевой Ю.И., Алнев Р.М. Схема замещения неограниченной рельсовой линии при наличии на ней подвижной единицы. Научные труды республиканской научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии и на железнодорожном транспорте». Ташкент. 2011. - с.153- 158.

<sup>3</sup> Тильк И.Г. Новые устройства автоматизации и телемеханики железнодорожного транспорта. – Екатеринбург: УрГУПС, 2010. – 168 с.

<sup>4</sup> Manabu Teramoto, Naoki Miyaguchi, Kazuhiko Kumasaka, Reiji Ishima, Yamato Fukuta (2015). Development of a Smart Level Crossing System for Traffic Convenience. JR EAST Technical Review-No.33(p.43-48).

<sup>5</sup> Taggart, R.C., Lauria, P., Groat, G., Rees, C., Brick-Turin, A., 1987. NCHRP Report 288: Evaluating Grade-Separated Rail and Highway Crossing Alternatives. Transportation Research Board, NRC, Washington, D.C.

<sup>6</sup> Hakkert, A.S., Gitelman, V., 1997. Development of evaluation tools for road-rail crossing consideration for grade separation. Transp. Res. Rec. 1605 (1), 96–105.

<sup>7</sup> Okitsu, W., Lo, K., 2010. Simulation-free railroad grade crossing delay calculations. Western ITE Annual Meeting. San Francisco.

<sup>8</sup> Schrader, M.H., Hoffpauer, J.R., 2001. Methodology for evaluating highway–Railway grade separations. Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board 1754, 77–80.

P. Rempel<sup>10</sup>, S. Landry<sup>11</sup>, Y. Wang, P. Lautala, D. Nelson, M. Jeon, A. Sidebottom<sup>12</sup>, B. Zaouk<sup>13</sup>, K. Ozdemir va бошқа таниқли хорижий олимлар маълум ҳисса қўшганлар. Шунингдек, ушбу йўналишдаги илмий муаммони тадқиқ қилиш ва ўрганиш масалаларига республикамизнинг таниқли олимлари М.М. Алиев<sup>14</sup>, Р.М. Алиев, А.А.Халиков, В.Г. Строков ва бошқаларнинг назарий ва тажрибавий тадқиқотларида қўриб чиқилган ва муҳим натижаларга эришилган.

Таҳлиллар кўрсатишича кесишма жойларида хавфсизлик масалалари: йўл кесишмаларидаги бахтсиз ҳодисалар статистикасини таҳлил қилиш, темир йўл кесишмаларида фойдаланиш ва техник талаблар, темир йўл кесишмаларида сигнализация параметрларини ҳисоблашнинг асосий қондалари, темир йўл кесишмаларида химоя қилиш мосламасини яхшилаш, хавфсизликни ошириш учун техник ечимлар, темир йўл кесишмаларида фавқулодда вазиятларни оғоҳлантириш мосламаси ва назорат датчик қурилмаларининг замонавий тузилиш тамойилларини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий этиш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университети илмий-тадқиқот ишлари режаларининг «Темир йўл транспортда поездларнинг тезлигига қараб, автомобил ва темир йўл кесишмаси яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш учун дастурий таъминот» (2018-2019), «Темир йўл кесишмасида транспорт воситаларининг транзит ва кечикиш вақтларини баҳолаш учун дастурий таъминот» (2019-2020), «Темир йўл транспортда ҳаракатланувчи таркибнинг автомобил ва темир йўл кесишмасига яқинлашишида тормоз йўлини ҳисоблаш учун дастурий таъминот» (2019-2020), «Темир йўл кесишмаларида “Боллард” тўсиқни ушлаб туриш харажатларини ҳисоблаш учун дастурий таъминот» (2019-2020) мавзулардаги илмий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади темир йўл кесишмаларида транспорт воситаларининг кутиш вақтини камайтириш ва поездлар ҳаракати хавфсизлигини ошириш учун поездларнинг темир йўл кесишмасига яқинлашишида назорат датчикларини яратиш тамойилларини ва моделларини тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқишдан иборат.

---

<sup>9</sup> K. Haque, M.R. Fatmi, S. Tanvir, 2012. Effects and Feasibility of Relocation of Kamalapur Railway Station: An Econometric Approach. Internet: <https://www.researchgate.net/publication/264758593>. (May 17, 2015).

<sup>10</sup> Rempel et al. (2015): System to Provide Real-Time Railroad Grade Crossing Information to Support Traffic Management Decision-Making, U.S. Patent Pending, (Application Number: 15/146,391, Filing Date: May 7, 2015).

<sup>11</sup> Steven Landry, Yuguang Wang, Pasi Lautala, David Nelson, and Myounghoon Jeon (2018). Digital Human Modeling. Applications in Health, Safety, Ergonomics, and Risk Management, pp. 599-609.

<sup>12</sup> Adam Sidebottom (2015), Active control level crossing management, Version 1.01, 01 October 2016.

<sup>13</sup> Bud Zaouk., & Kelly Ozdemir (August 15, 2017). Implementing Connected Vehicle and Autonomous Vehicle Technologies at Highway-Rail Grade Crossings.

<sup>14</sup> Алиев Р.М., Алиев М.М. Темир йўл кесишмасида транспорт воситаларининг транзит ва кечикиш вақтларини баҳолаш учун дастурий таъминот // Ўзбекистон Республикаси интеллектual мулк агентлиги //№ DGU 09408. 21.10.2020.

### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

кесишма сигнализациясининг параметрли график моделларидан фойдаланган ҳолда тадқиқот методологиясини ишлаб чиқиш;  
асосий иш режимларида токли йўл қабул қилгичлар билан кесишмага яқинлашиш участкаларининг ҳолати назорати учун датчикни таҳлил қилиш усулларини ишлаб чиқиш;

• кесишмага яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш алгоритми ва дастурий таъминотини, датчик назоратини мезонларини ишлаб чиқиш;  
поездларни кесишмага яқинлашиш тезлигини назорат қилиш усулини ишлаб чиқиш;

токли йўл қабул қилгич билан назорат датчикларини тадқиқотларини ўтказиш ва кесишмага яқинлашиш участкаси ҳолатини назорат қилиш датчикларининг моделларини ва усулларини ишлаб чиқиш;

автошлагбаум, кесишма сигнализация назорати ва микропроцессорли бошқарув қурилмаларини ишлаб чиқиш;

автошлагбаум ва кесишма сигнализация назорати қурилмалари алгоритминини ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида темир йўл участкалари ҳолатини назорат қилиш назорат датчиклари ва микропроцессорли кесишма сигнализация қурилмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети кесишмада транспорт воситаларининг кутиш вақтини камайтириш ва поездларнинг яқинлашиш участкасида тезлигини аниқлаш моделлари ва алгоритмлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотлар жараёнида ахборот технологияларининг инструментал воситаларини қўллаш усуллари, ҳаракат таркибининг интервали назорат қилиш назарияси, структуравий ва параметрик лойиҳалаш усулларидан, тақсимланган параметрлари билан рельс занжирлар назарияси, чизикли регрессия симуляциялаш усулидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

асосий иш режимларидаги оптимал параметрларни аниқлаш учун токли йўл қабул қилгичли кесишмага яқинлашиш участкалари ҳолатини назорат қилувчи датчикнинг аналитик ифодалари аниқланган ва математик моделлари ишлаб чиқилган;

поездлар ҳаракати хавфсизлигини оширувчи янги датчикларни яратишга имкон берадиган, кесишмага яқинлашиш участкасини назорат қилиш учун датчикларни иш режимларининг мезонлари ишлаб чиқилган;

реал иш шароитларига максимал яқин бўлган имитация модели бўйича тадқиқот ўтказишга имкон берувчи, яқинлашиш участкаларининг ток қабул қилгичли назорат қилиш датчикларининг моделлари ва алгоритмлари ишлаб чиқилган;

автотранспортларнинг кутиш вақтини камайтириш ва поездларни кесишмадан ўтиш тезлигини аниқлаш имконини берувчи, маълум



тизимлардан фарқ қилган ҳолда, автошлагбаум ва кесишма сигнализация бошқарув курилмаси ва микропроцессорли назорат тизими ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:**

юк ва йўловчи поездларни фавқултда тўхташини аниқлаш учун ҳаракатланувчи таркибнинг автомобиль ва темир йўл кесишмасига яқинлашишида тормоз йўлини ҳисоблаш алгоритми ишлаб чиқилган;

йўл фойдаланувчиларига огохлантирувчи сигнал бериш ва йўл ёпилиши учун поезднинг тезлигига қараб, йўл кесишмаси яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш схемалари ва алгоритмлари ишлаб чиқилган;

кесишмаларда қўрилмарани ишончилигини ва самарадорлигини оширишга имкон берувчи “Боллард” тўсиқни ушлаб туриш харажатларини ҳисоблаш дастурий-алгоритмик мажмуа ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончилиги реал-вақт ораллигида йиғилган малумотлар базаси ва келтирилган формулалар асосида симуляциялаш амалга оширилган, мавжуд техник дастурий таъминотлар асосида белгиланган даражага мослиги, замонавий жаҳон миқёсидаги умумқабул қилинган мезонлар кўмагида назарий ва амалий натижаларнинг ўзоро мувофиқлиги билан изоҳланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти поездларнинг кесишмага яқинлашиш участкаларини назорат қилиш учун датчикларни ўрнатиш тамойилларини, темир йўл кесишмаларида поездлар ҳаракати хавфсизлигини қондирадиган назорат датчикларининг мақбул параметрларини ва кесишма мосламаларининг ёпилиш вақтини аниқлаш учун моделлар, алгоритмлар ва дастурларни ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти,** улоқсиз рельс занжирлари асосида поезднинг темир йўл кесишмасига яқинлашиш датчик назорати тадқиқоти учун алгоритми ва дастури асосида иш сифатини ва ишончилигини оширилиши натижасида кенгайтирилганлиги, темир йўл ва автотранспорт кесишмасида дастурий таъминотлар ишлаб чиқилганлиги ва амалиётга қўлланилиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Темир йўл кесишмасига яқинлашиш участкасининг назорат қилиш датчикларини такомиллаштириш моделлари, алгоритмлари ва дастурий воситалари бўйича олинган натижалар асосида:

ҳаракатланувчи таркибнинг автомобиль ва темир йўл кесишмасига яқинлашишида тормоз йўлини ҳисоблаш учун дастурий мажмуа УТЙ АЖ “Тошкент темир йўл масофаси” корхонасида жорий этилган (2020 йил 06 июлдаги 01/2403-20-сон маълумотнома). Натижада, поездни кесишмага яқинлашишида тормоз йўли узунлигини ўлчаш аниқлиги 45% га ошириш имкони яратилган;

поездларнинг тезлигига қараб, автомобиль ва темир йўл кесишмаси яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш учун дастурий мажмуа УТЙ АЖ “Тошкент темир йўл масофаси” корхонасида жорий этилган (2020

йил 06 июлдаги 01/2403-20-сон маълумотнома). Натижада, кесишма яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблашда маълумотларни ўлчаш аниқлиги 45% га ошириш имконини берган;

темир йўл кесишмаларида “Боллард” тўсиқни ушлаб туриш харажатларини ҳисоблаш учун дастурий мажмуа УТЙ АЖ “Тошкент темир йўл масофаси” корхонасида жорий этилган (2020 йил 06 июлдаги 01/2403-20-сон маълумотнома). Натижада, тўсиқни ушлаб туриш харажатларини ҳисоблаш маълумотларининг аниқлигини 10% га ошириш имкони жорий этилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотлар натижалари 5 та халқаро, 3 та республика илмий-амалий конференциялар ҳамда илмий семинарларда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот мавзуси бўйича жами 24 та илмий ишлар, шу жумладан 1 та монография, 3 та мақола Scopus базасига киритилган, 3 та мақолалар Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган, шунингдек 3 та мақола чет эл журналларидаги нашрларда chop этилган, Халқаро ва Республика конференцияларининг тўпламларида 8 та мақола chop этилган. 6 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларга ЎзР Интеллектуал мулк агентлиги томонидан қайд қилинганлик гувоҳнома олинган, шунингдек фойдали моделга ва ихтирога талабнома топширилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши ўзбек тилида ёзилган бўлиб, унинг ҳажми 118 бет, шунингдек кириш, тўртта боб, хулосалар, 49 та расм, 28 та жадвал, фойдаланилган адабиётлар ва иловалардан иборат.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

Кириш қисмида муаммони ҳал этишнинг муҳимлиги ва диссертация мавзусининг долзарблиги асосланган, мақсад ва вазифалар ифодаланган, объект ва тадқиқот мавзуси аниқланди, тадқиқот Ўзбекистон Республикаси илм-фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги аниқланган, илмий янгилик ва тадқиқотларнинг амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги исботланган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти аниқланган, тадқиқот натижаларининг амалий қўлланмалар рўйхати диссертация тузилмалари тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «Темир йўл кесишмалари ҳолати ва муаммоларининг таҳлили» номли биринчи бобда мамлакатимизда ва хориждаги темир йўл кесишмаларининг умумий тавфислари, содир этилган бахтсиз ҳодисалар таҳлиллари ва уларни камайтириш усуллари, шунингдек кесишмаларни янги инновацион жиҳозлар билан тўлдирган ҳолатда бартараф этиш бўйича илмий ишлар мазмун моҳияти ва уларнинг камчиликлари баён этилган.

Жаҳондаги етакчи давлатларнинг темир йўл кесишмаларидаги хавфсизликни таъминловчи қурилмалар ишлаш жараёнлари ва датчик элементларининг тузилиши, шунингдек мамлакатимиздаги темир йўл кесишмаларидаги ҳолатлари ва тамойиллари ва алгоритмлари диссертация мақсади ва вазифасидан келиб чиқиб ўрганилди.

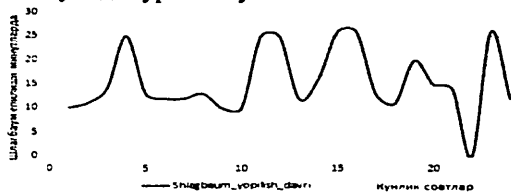
Дунёнинг минтақавий ва зич жойлашувга эга шаҳарларида ўрин эгаллаган темир йўл кесишмаларида содир этилган бахтсиз ҳодисалар статистикалари ва натижалари таҳлил қилинди. Ўзбекистон темир йўлларида содир этилган бахтсиз ҳодисалар йиллар буйича ўрганилди ва асосий ҳолатлар таҳлили фойзаларда келтирилди.

Диссертациянинг «Темир йўл кесишмаларида автотранспорт воситалари кечикишларини ва фавқулодда ҳолатларни қисқартириш учун илмий ва услубий тавсияларни ишлаб чиқиш» номли иккинчи бобда темир йўл кесишмалари фаолиятида хавфсизликни таъминловчи автоматлаштирилган қурилмаларининг ва транспорт воситаларига тегишли бўлган параметрлар тўпланди, автотранспорт воситаларининг кечикиш ҳолатига олиб келувчи сабаблар кўрсаткичларининг параметрли тадқиқот алгоритми яратилди ва модели танланди.



1-расм. Автотранспорт воситаларининг кунлик графиги

соҳаси эрталаб соат саккизда бошланиб, уйга қайтиш тахминан кечкурун соат олтида. Шу сабабли энг юқори даврларни АМ чўққиси учун соат 7.00 дан 9.00 гача, РМ чўққиси учун 17.00 дан 19.00 гача бўлган вақт танланди. Иш кунинда тўрт иш кунини ва шанба ва якшанба дам олиш кунларини олинди.



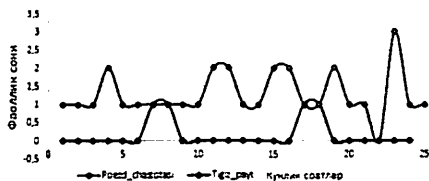
2-расм. Ҳар кунги шлагбаумни ёпилиш графиги.

палласида келса, автотранспорт воситалари тирбандликдан чиқиши учун ҳам бир неча марта қийинчиликлар талаб этилади. Берилган графикдан ҳам деярли тигиз пайт бўлган даврда кўпроқ тирбандликлар мавжуд.

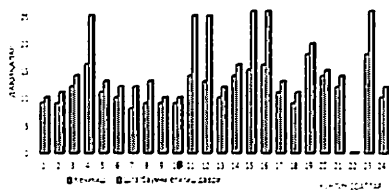
Маълумотларга эришиш учун, кесишма орқали. Вақт буйича, тигиз пайт энг юқори даврлари, ҳафта охири ва иш кунини ёки дам олиш кунларини буйича амалга оширилади. Тошкентда асосан барча муассасалар, ташкилотлар, ўқув муассасалари ва бошқалар, хизмат кўрсатиш

Транспорт воситаларининг тигиз пайтидаги бўлган соатлардаги ҳажми бошқа вақтга нисбатан юқори.

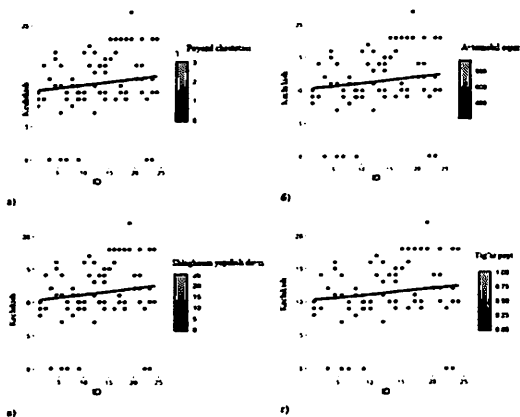
Бу пайтда темир йўл кесишмасидан ўтишда бир неча қийинчилик туғдиради. Агар поезд тигиз пайт



3-расм. Кундалик поездлар частотаси ва тигиз пайт графиги.



4-расм. Шлагбаумнинг ёпилиш графиги ва транспорт воситаларининг кунлик ўртача кечикиш вақти.



5-расм. Темир йўл кесишмасида автотранспорт воситасининг ҳафта давомида кечикишини ҳисоблаш. Автотранспорт кечикишини а) поезд ўтиш частотаси, б) автотранспорт зичлиги, в) шлагбаумнинг ёпилиш даври, г) тигиз пайт ўртасидаги умумий таққослаш.

Ҳафта давомида, дам олиш кунлари, шунингдек куннинг тигиз даврида ва тигиз даврдан холи булган соатлардаги темир йўл кесишмасида транспорт воситаларининг кечикишини граф модели асосида тадқиқ этиш имконини берди.

Бундай ҳолда, бир нечта чизикли регрессия қўлланилади, моделнинг спецификацияси шундаки, битта боғлиқ ўзгарувчи ва бир нечта боғлиқ ўзгарувчи  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \epsilon$  параметрларнинг чизикли бирикмаси.  $i$  -  $n$  кузатишлар учун:  $y_i$  - боғлиқ ўзгарувчи,  $x_i$  - мустақил ўзгарувчилар,  $\beta_0$  -  $y$  билан кесишиш нуқтаси,  $\beta_p$  - ҳар бир тушунтириш ўзгарувчиси учун нишаб коэффициентлари,  $\epsilon$  - модел хатоларининг даври.

1-жадвал

Корреляцион таҳлил натижалари (t-тест).

	Умумий	Ҳафтада	Ҳафта охири	Тигиз	Тигизмас
Ўзгарувчи	$Pt(> t )$				
(Чегара)	0.00676 **	0.0285*	0.094961.	0.7145	0.0102 *
Поезд частот.	0.01875 *	0.0451*	0.235585	0.0175 *	0.0508 .
Авто.оқим.	0.71799	0.9412	0.662931	0.6631	0.7471
Тигиз пайт	0.15978	0.1858	0.624845		
Шлаг.ёп.давр.	5.62e-09***	3.09e-06***	0.000848 ***	0.3150	3.5e-08 ***

Кесишмадаги шлагбаумнинг ишлаш даврийлиги ва поезднинг харакатланиш частоталари, автотранспорт воситаларининг тўхтаб туришлар сони ва тузилмаси граф модели асосида яққоллик ва юқори формаллаштирилганлиги таъминланди.

2-жадвал

Корреляцион таҳлил натижалари (баҳолаш).

	Умумий	Хафтада	Хафта охири	Тиғиз	Тиғизмас
Ўзгарувчи	Баҳолаш				
(Чегара)	2.460115	2.6855614	2.2915399	1.059446	2.5319180
Поезд. частот.	1.748422	1.8670569	1.4772594	5.629356	1.5723432
Авто. оқим.	0.000480	0.0001268	0.0009982	0.001512	0.0004659
Тиғиз пайт	0.692729	0.8167885	0.4123783		
Шлаг. ёп. давр.	0.415388	0.4098101	0.4181474	0.188392	0.4261248

3-жадвал

Модел хулосаси

Модел	R квадрат	Созланган R Квадрат	Баҳолашдаги стандарт хатолик
1	0.793	0.788	2.07
2	0.789	0.782	2.18
3	0.805	0.787	1.84
4	0.806	0.781	1.06

Маълумотларга асосланиб, шлагбаум кунига маълум бир иш кунда жами 6 соат давомида фаол ишлайди. 4-жадвалда кўрсатилгандек, иш кунининг энг тиғиз пайт даврларида темир йўл шлагбауми вақтнинг 20% давомида фаол бўлади ва фаол бўлганда у ўртача 11 дақиқа давомида қолади. 4-жадвал шуни кўрсатадики, ўтиш жойи куннинг катта қисмида фаол бўлиб, транспорт ҳаракати кечикишига сабаб бўлади.

4-жадвал

Иш кунлари ва дам олиш кунлари шлагбаумни ёпилиш вақти.

Хафта кун. ва хафта охири	*Давр	*Шлагбаумни тушишлар сони	*Шлагбаумни ўртача тушиш вақти (min)	*Шлагбаумни умумий тушиш вақти (min)	Умумий
Хафта кун.	24 соат	31	12	371	25%
Хафта кун.	Тиғиз пайт	4	11	49	20%
Хафта кун.	Тиғиз эмас	27	12	322	27%
Хафта охири	24 соат	29	11	347	24%
Хафта охири	Тиғиз пайт	4	13	52	22%
Хафта охири	Тиғиз эмас	27	12	322	26%

\*Давр - 24 соат мобайнида темир йўлни кесиш ўтишнинг бир кунни, Тиғиз пайт- соат 7:00 дан 19:00 гача, тиғизсиз даври 9:00 дан 5:00 гача ва 19:00 дан 7:00 гача.

\*Шлагбаумни ёпилишлар сони - бу бир куннинг барча даврида дарвоза неча марта фаол бўлганлиги.

\*Шлагбаумни ўртача ёпилиш дақиқалари- бу дарвоза бир кун давомида фаол бўлган ўртача дақиқалар.

\*Шлагбаумни умумий ёпилиш дақиқалари - бу дарвоза бир куннинг барча давларида фаол бўлган дақиқалар.

Бу вазиятда 371 дақиқа - бу шлагбаумни умумий тушиш вақти, кунлик неча фоизни ташкил қилади? Кунлик 24 соат, дақиқадан 1440 дақиқа. Шунинг учун умумий фоиз  $t = (371 * 100) / (24 * 60)$

5-жадвал

Корреляцион таҳлил натижалари.

	Ҳафта кун. (24 Соат)	
	Estimate	Pr(> t )
(Чегара)	2.289008	0.5633
Поезд частот.	1.006211	0.6029
Авто.оқим.	0.001007	0.8536
Тигиз па. соат	0.728962	0.5577
Шлаг.ёп. давр.	0.465767	0.0152*

Поезд ўтишлар частотасини ўзгартиргандан сўнг:

6-жадвал

Иш кунлари ва дам олиш кунлари шлагбаумни тушиш вақтлари. Поезд частотаси пасайганидан кейин.

Ҳафта кун. ва ҳафта охи.	Давр	Шлагбаумни тушишлар сони	Шлагбаумни ўртача тушиш вақти	Шлагбаумни умумий тушиш вақти	Умумий
Ҳафта кун.	24 соат	31/25	12/12	300	25%/20%

Жадвалдан, поезд частотаси 5 га камайтирилганда, шлагбаумни умумий “тушиш вақти” ҳам камайди. Шу билан бирга, ҳафта иш кунлари темир йўл шлагбауми пастга тушиш вақти 5% га камайди.

7-жадвал

Корреляцион таҳлил натижалари.

	Ҳафта кун. (24 Соат)	
	Баҳолаш	Pr(> t )
(Чегара)	1.4881937	0.7159
Поезд частот.	2.2051497	0.2552
Авто.оқим.	0.0009069	0.8737
Тигиз па. соат	0.5711808	0.6619
Шлагбаумни тушишлар сони	0.4291027	0.0133*

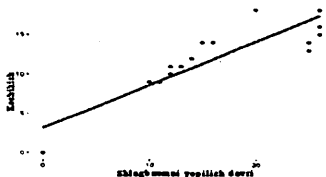
Корреляцион таҳлил натижалари t-тест ва корреляцион таҳлил натижаларини баҳолаш, Модел хулосаси асосида тадқиқот ва лойиҳалаштришни таъминловчи симуляция натижалари олинди.

8-жадвал

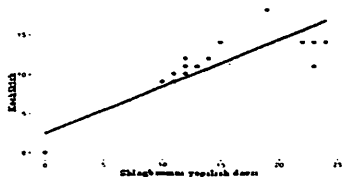
Модел хулосаси

Модел	R квадрат	Созланган R квадрат	Баҳолашдаги стандарт хатолик
1	0.816	0.777	2.05
2	0.797	0.754	2.18

Яқунда поезд харакатланиш частотаси 5 га, шлагбаумни умумий “тушиш вақти”лари камайтирилди. Шу билан бирга, ҳафта иш кунлари темир йўл шлагбауми пастга тушиш вақти 5% га камайди ва модел ижобий ўсишни кўрсатиши натижасида кесишмада тирбандлик даражаси камайтирилди.



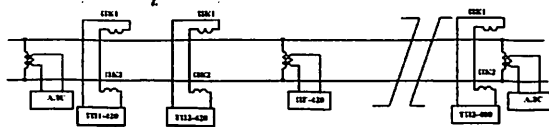
6-расм. Иш кунлари ва дам олиш кунлари шлагбаумнинг ёпилиш пайти



7-расм. Иш кунлари ва дам олиш кунлари шлагбаумнинг ёпилиш пайти. Поезд частотаси пасайганидан кейин

Диссертациянинг «Темир йўл кесишмаларида поездлар ўтишини назорат қилиш датчикларининг моделлари ва услублари» номли учинчи бобида кесишма жойлашишига қараб, яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш ва хозирги кунда мавжуд автошлагбаум схемалари таҳлил қилинган ва тадқиқ қилинган, шунингдек поезднинг кесишмага яқинлашиш тезлигини аниқлаш учун датчик таклиф этилган.

Ушбу бобда кесишманинг жойлашиш ўрни ва поезднинг яқинлашиш тезлигига боғлиқ равишда унинг кесишмага яқинлашиш участкаси узунлиги ҳисоблаб чиқилган ва шунингдек кесишма сигнализацияси ва автошлагбаумларни бошқаришнинг мавжуд схемалари таҳлили натижаларига кўра ток қабул қилгичи бўлиб, изоляциялаш улоқлари бўлмаган тонал рельс занжирига асосланган поезднинг кесишмага яқинлашишиб келишининг назорат схемаси таклиф қилинган (8-расм).



8-расм. Токли қабул қилгич билан назорат датчигининг схемаси

бу ерда

- ТП1- ток қабул қилгич 1;
- ТП2- ток қабул қилгич 2;
- ПГ-йўл генератори;
- А.К. – автоматик локомотив сигнализация кодларини узатиш мослама-

лари;

ПК1 ва ПК2 – ток қабул қилувчининг қабул қилувчи ғалтақлари;

Ток қабул қилгичга эга изоляцияланмаган бўғинли тонал рельс занжирларининг оптимал параметрларини аниқлаш учун унинг тадқиқотини нормал, шунт ва назорат асосий иш режимларида тадқиқ этиш керак. Нормал ва шунт режимларида ток қабул қилгич билан Ток қабул қилгичга эга изоляцияланмаган бўғинли тонал рельс занжирларининг ишини тадқиқ

қилишда нормал ва шунг режимларида норматив шунгта нисбатан сезувчанлик мезони формуласи ишлаб чиқарилган:

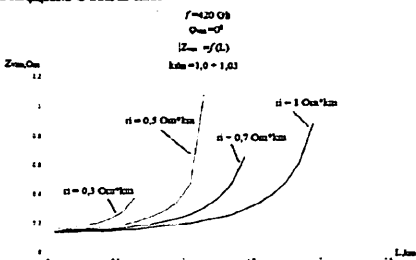
$$K_{\text{шн}} = \frac{A_{\text{ш}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + B_{\text{ш}} + Z_{\text{қирн}}^I (C_{\text{ш}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + D_{\text{ш}})}{K_{\text{в}} \cdot U_{\text{min}} (A_{\text{о}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + B_{\text{о}} + Z_{\text{қирн}}^I (C_{\text{о}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + D_{\text{о}}))} \quad (1)$$

Ушбу ифода меъерий шунгта нисбатан сезгирлик мезони учун рельс занжири учларидаги максимал рухсат этилган узунлик ва оптимал қаршилиқларни аниқлаш учун асос бўлиб, унга қўра алгоритм ва ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган. 9-расмда ушбу ҳисоблашлар натижаларининг айримлари келтирилган.

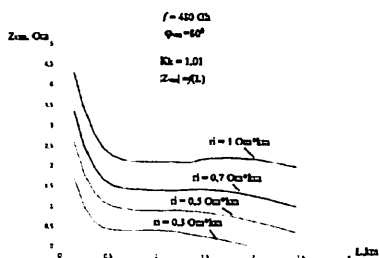
Нормал ва назорат режимларида ток қабул қилгичли изоляцияланмаган тонал рельс занжирининг ишини тадқиқ қилилиш учун рельс ипи узилишига нисбатан сезувчанлик мезони формуласи ишлаб чиқилган:

$$K_{\text{к}} = \frac{A_{\text{к}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + B_{\text{к}} + Z_{\text{қирн}}^I (C_{\text{к}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + D_{\text{к}})}{N \cdot A_{\text{о}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + B_{\text{о}} + Z_{\text{қирн}}^I (C_{\text{о}} \frac{z_{\text{қирк}} \cdot z_{\text{в1}}}{z_{\text{қирк}} + z_{\text{в1}}} + D_{\text{о}})} \quad (2)$$

Юқорида келтирилган формула бўйича, шунингдек рельс ипи узилишига сезувчанлик мезони учун рельс занжирининг рухсат этилган максимал узунлиги ва унинг учларидаги оптимал қаршилиқни аниқлаш учун алгоритм ва ҳисоб-киتاب дастури ишлаб чиқилган бўлиб, ҳисоб-киتاب натижаларидан бири 10-расмда тақдим этилган.



9-расм.  $\phi_{\text{вхн}} = 0^\circ$  ва  $f = 420$  Гц сигнал частотасида занжир узунлигига шунг сезгирлигини таъминлаш шarti билан бошқарув датчиги кириш қаршилиги боғлиқлик графикалари



10-расм.  $f = 480$  Гц ва  $\phi_{\text{вхн}} = 80^\circ$  сигналли частоталарида занжир узунлигининг рельс изининг синиш сезгирлигини таъминлаш шarti билан назорат датчиги кириш қаршилигининг боғлиқлик графикалари.

Автомобил транспортининг кесишмада туриб қолиш вақтини қисқартириш мақсадида поезд назорат қилинаётган участкага кириб



келганидан сўнг кесишма қурилмаларининг ишга тушириш вақтини қуйидаги формула бўйича аниқлаш таклиф этилади:

$$t_{\text{кквт}} = t_{\text{хв}} - t_{\text{кёв}} - t_{\text{ткв}} \quad (3)$$

бу ерда  $t_{\text{хв}}$  – поезднинг назорат датчикларидан кесишмагача бўлган ўтиш ҳақиқий вақти;

$t_{\text{кёв}}$  – кесишма қурилмасининг ёпилиш вақти;

$t_{\text{ткв}}$  – кесишмада транспорт воситаларини кутиш вақти.

Поездларнинг кесишмага яқинлашиб келиш ҳақиқий вақти  $t_{\text{хв}}$  қуйидаги формулага биноан аниқланиши мумкин:

$$t_{\text{хв}} = \frac{L_{\text{яу}}}{0,28 \cdot V_{\text{max}}} \quad (4)$$

бу ерда  $L_{\text{яу}}$  - яқинлашиш участкасининг узунлиги.

0.28 - км/соат дан м/соғияга ўтказиш коэффициентини;

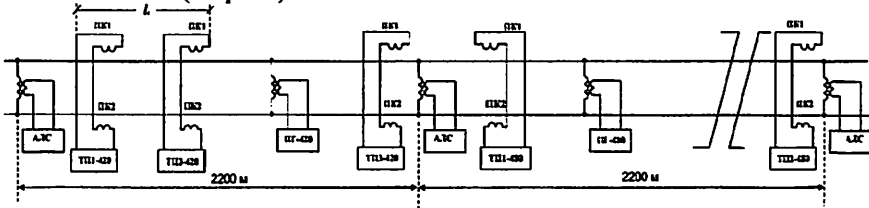
$V_{\text{max}}$  - поезднинг кесишмага яқинлашиш тезлиги.

Кесишма ёпилганидан кейин транспортни кутиш вақти  $t_{\text{ткв}}$  юқори тезликдаги поездлар учун қуйидаги формуладан аниқланади:

$$t_{\text{ткв}} = t_{\text{тхв}} - t_{\text{кёв}} \quad (5)$$

бу ерда  $t_{\text{тхв}}$  – тез юрар поезднинг назорат датчикларидан кесишмагача бўлган ўтиш ҳақиқий вақти

Олиб борилган ҳисоб-китобларга кўра, рельс занжирининг барча ишлаш режимларини таъминлашни ҳисобга олган ҳолда, ток қабул қилгичлар билан тонал рельс занжирининг узунлиги 2200 метрни ташкил этганлиги аниқланди. Шунингдек учинчи бобда поезднинг кесишмага соатига 250 км тезлик билан яқинлашиш участкасининг масофаси кўриб чиқилиб, аниқланган бўлиб, унинг узунлиги 3080 м ни ташкил қилади ва буни ҳисобга олган ҳолда поездларнинг кесишмага яқинлашишини назорат қилиш учун изоляция улоқлари бўлмаган ва ток қабул қилгичли, умумий узунлиги 4400 м бўлган, узунлиги  $l_c$  ли, биринчи рельс занжири киришида ўрнатилган тезликни назорат қилиш датчигига эга бўлган иккита тонал рельс занжири танлаб олинган (11-расм).



11-расм. Токли қабул қилгич билан назорат датчигининг схемаси

Яъни поезд назорат қилинаётган участкага кириб келганидан сўнг кесишмани шу заҳоти эмас, балки поездларнинг кесишмага яқинлашиш

TEKNOLOGIYA VA INJINERLIK UNIVERSITETI

17

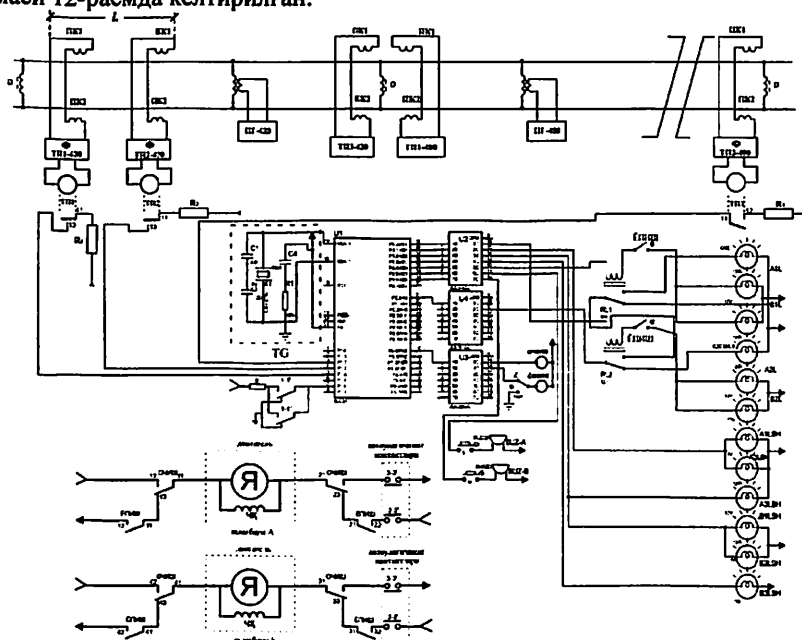
MARKAZI

8/2486

тезлигига боғлиқ равишда  $t_{\text{вз}}$  вақтини ўтказган ҳолда ёпиш мумкин бўлади. Шу тарзда автотранспортнинг кесишма олдида туриб қолиш вақти қисқаради.

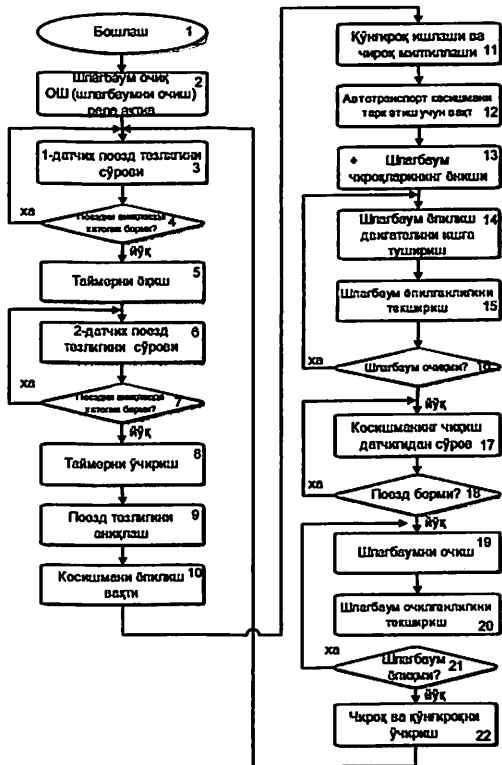
Диссертациянинг «Темир йўл кесишмалари назорат датчикларининг дастурий таъминоти ва техник ечимларини ишлаб чиқиш» номли тўртинчи бобида кесишма сигнализациянинг микропроцессорли бошқарув қурилма схема алгоритми ва модели ишлаб чиқилди. Автоматик тўсиқлар билан автоматлаштирилган кесишма сигнализациясининг ишлашини бошқариш ва назорат қилиш билан ушбу мақсадлар учун энг мос бўлган таниқли Intel MCS-51 компаниясининг микроконтроллеридан фойдаланиш таклиф этилди. Ушбу микроконтроллернинг ўзига хос хусусияти шундаки, у тўртта кириш ва чиқиш портига, мосламаларни кесишмани бошқариш ва назорат дастурларини сақлаш учун етарли ички ва кенгайтириладиган ташқи хотирага эга.

Ишлаб чиқилган микропроцессорли бошқарув ва назорати тизимининг схемаси 12-расмда келтирилган.



12-расм. Автошлагбаум билан микропроцессорли кесишма сигнализацияси.

13-расмда кесишма сигнализацияси ва автошлагбаумларни назорат қилиш ва бошқариш қурилмалари алгоритмининг блок-схемаси ишлаб чиқилган. Унинг асосида поездларни кесишмага яқинлашиш тезлигига қараб кесишма қурилмаларини бошқариш ва назорат қилиш дастури тузилган.



13-расм. Кесишма сигнализацияси қурилмалари ва автошлагбаумларни бошқариш ва назорат қилиш алгоритмининг блок-схемаси.

Замонавий кесишмаларга ўрнатилган хавфсизлик қурилмалари таҳлил қилинди. Ҳозирги шароитга мослаштириш, шунингдек автоном автотранспорт технологиясини қўллаш бўйича тақлифлар берилди.

Транспорт воситаларидан инфратузилма (А21) технологияси транспорт воситалари ва йўл инфратузилмаси ўртасида икки томонлама маълумот алмашиш имкониятини тақлиф этади.

Транспорт ва йўл шароитлари тўғрисида тўпланган маълумотларга асосланиб, транспорт воситаларининг гуруҳ ҳаракатларини мувофиқлаштиришга қаратилган бўлиб, улар: тирбандлик билан боғлиқ транспорт воситаларининг тезлиги ва тезланишини ўз ичига олади; темир йўл кесишмаси ҳолати тўғрисидаги маълумотларни ўз ичига олади; йўл ҳаракати хавфсизлигини яхшилаш учун инфратузилмани назорат қилади; хабарларни йўл дисплейлари орқали тарқатиш ёки транспорт сигналларини соzлашни ўз ичига олади; чорраҳалар ва темир йўл кесишмаларига кириш хавфи бўлганда автоуловчиларни огоҳлантиради.

## ХУЛОСА

Диссертацияда темир йўл кесишмаларининг инновацион қурилмалари ва хавфсизлик таҳлиллари бўйича назарий ва амалий тадқиқотлар, автотранспорт воситаларининг кечикишини ҳисоблаш тамойиллари, тадқиқот моделлари ва алгоритмлари ишлаб чиқилган ва шунингдек, самарали датчикларни ишлаб чиқиш ва эски темир йўл кесишмаларидаги тизимнинг муаммосини хал қилишга имкон берадиган ҳисоблар амалга оширилган.

Натижада куйидаги асосий натижаларга эришилди

1. Транспорт воситаларини мобил ҳаракатланиш давомийлигини ва темир йўл кесишмаси атрофида кечикишларни камайштириш учун автотранспорт воситаларининг кечикиш ҳолатига олиб келувчи сабаблар кўрсаткичларининг тамойиллари яратилган.

2. Поезднинг айнан қайси даврда ҳаракатланиши кераклиги шарт шароитлари модел натижаси асосида ишлаб чиқилди. Корреляцион таҳлнинг параметрли граф моделлари, тадқиқот ва лойihalаштиришни таъминловчи симуляция натижалари тадқиқоти учун математик модель тузилган.

3. Темир йўл кесишмасидан ўтиш вақтида кутиш ва ҳаракатланиш вақтини қисқартириш асосий тавсифлари йиғилган ва параметрли граф моделлар асосида тадқиқ этиш усули аниқланди.

4. Асосий иш режимларида ток қабул қилгич билан туташмасиз тонал рельс занжирлари асосида поездларнинг темир йўл кесишмасига яқинлашиш назорат датчигининг оптимал параметрларини аниқлаш дастури ва алгоритм, математик модели ишлаб чиқарилди.

5. Ҳаракатланувчи таркибнинг автомобиль ва темир йўл кесишмасига яқинлашишида тормоз йўлини ва поездларнинг тезлигига қараб, автомобиль ва темир йўл кесишмаси яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш тадқиқоти алгоритми ва дастурий таъминотини ишлаб чиқилган ва дастурий маҳсулотлар учун муаллифлик ҳуқуқи эга сертификатлари олинди.

6. Переезд қурилмалари ёпилишининг оптимал вақтини аниқлашда, поездни переездга яқинлашиш тезлигини ва переезд қурилмаларини бошқарув микропроцессорли тизими ишлаб чиқарилган.

7. Поездларнинг кесишмага яқинлашиш тезлиги бўйича кесишма қурилмаларини бошқариш ва назорат ўтказиш алгоритми ва дастури ишлаб чиқилди.

8. Диссертация ишида олинган натижалар ҳар бир кесишманинг иш фаолигини 45% дан 90% га ошишини, шлагбаум ёпилишини бор-йўғи 1 дақиқа фаоллашиши имконини берди.

9. Диссертацияда назарда тутилган янги назарий умумлашмалар ва амалиётга татбиқ этиш натижаларига асосланган ҳолда, кесишма қурилмаларини бошқариш ва назорат ўтказиш датчикларини яратишнинг илмий асосини ишлаб чиқиш муаммолари ечими топилди ва бу назоратнинг юқори ишончилигини таъминлаш, поездлар ҳаракати хавфсизлигини ошириш билан бирга халқ хўжалиги учун ҳам муҳим иқтисодий аҳамиятга асосланганлиги аниқланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.03.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ТОХИРОВ ЭЪЗОЗБЕК ТУРСУНАЛИЕВИЧ**

**МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА  
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ ПЕРЕЕЗДНОЙ  
СИГНАЛИЗАЦИИ**

**05.01.06 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления**

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

**Тошкент – 2021**



## **ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире одной из актуальных и наиболее важных задач является разработка инфраструктуры железнодорожных переездов и интеллектуальных информационно-коммуникационных моделей с датчиками, а также применение их на практике в целях совершенствования пропускной способности железнодорожных переездов и обеспечения их безопасности. На нынешнем этапе уделяется отдельное внимание таким проблемам, как уменьшение вероятности несчастных случаев на железнодорожных переездах, строгое упорядочение и контроль дорожных правил и стандартов проектирования дорог, расширение мер безопасности, а также повышение технической оснащенности на всех железнодорожных переездах. Оборудование на местах пересечения автомобилей и железной дороги своей работой создаёт удобства для исполнителей управления и пешеходов, пользователей дорог и общественному транспорту, а также для водителей автотранспорта и машиниста.

В мире длительное закрытие железнодорожных переездов в густонаселенных городах привело к заторам, многочисленным дорожным столкновениям и, как следствие, к снижению или остановке скорости поездов, увеличению времени ожидания транспортных средств и пассажиров и снижению общей эффективности. Для решения этих проблем ведутся научно-исследовательские работы. В связи с этим разработка моделей и алгоритмов исследования датчиков для контроля состояния участков приближения поездов к переездам с целью устранения недостатков и опасностей в системе сегодня считается актуальной задачей.

В республике в железнодорожной отрасли принимаются широкомасштабные оперативные меры, направленные на обеспечение устойчивости национальной экономики с целью повышения ее конкурентоспособности за счет развития приоритетных направлений развития, модернизации и диверсификации современных инновационных производств, включая совершенствование таких отраслей, как передовая промышленность и сфера услуг. Определены стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, в том числе «..техническая и технологическая модернизация, реализация проектов производственной, транспортно-коммуникационной и социальной инфраструктуры<sup>1</sup>, .... дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры, внедрение информационных и коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, систему управления». При выполнении этих задач одним из важных вопросов является разработка методов и алгоритмов совершенствования контрольных датчиков систем управления сигнализацией на железнодорожных переездах.

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года "О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан"

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, указанных в Указе Президента Республики Узбекистан от 19 февраля 2018 г. №УП-5349 «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций», №П-3422 от 2 декабря 2017 г. «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов в 2018-2022 гг.» и реализации задач, поставленных в нормативных правовых актах, связанных с данной деятельностью, в определенной степени служит данное диссертационное исследование.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан.** Исследовательская работа выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии республики II. «Энергетика, энерго и ресурсосбережение» и IV. «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** Ведущие мировые научные организации и образовательные центры, на основе новейших технологий осуществляющие научные исследования по разработке датчиков контроля состояния железнодорожных поездов, в том числе, General Electric Transportation (США), Institute of Communications Technology Hannover, Техническом университете в Брауншвейге (Германия), Bombardier transportations (Канада-Швеция), Московском институте инженеров транспорта, Самарском государственном университете путей сообщения, Петербургском государственном университете путей сообщения (Россия), Ташкентском государственном транспортном университете (Узбекистан).

В результате научных исследований, проводимых во всем мире, определенный вклад в решение научных проблем, связанных с развитием железнодорожных поездов внесли иностранные ученые, такие как Полевой Ю.И.<sup>2</sup>, Тильк И.Г.<sup>3</sup>, Т. Manabu<sup>4</sup>, N. Miyaguchi, K. Kumasaka, R. Ishima, Y. Fukuta, K.K. Таль, А.А. Поляков, R.C.Taggart<sup>5</sup>, P. Lauria, G. Groat, C. Rees, A. Brick-Turin, A.S. Hakkert<sup>6</sup>, V.Gitelman, W. Okitsu<sup>7</sup>, M.H. Schrader<sup>8</sup>, J.R.

<sup>2</sup> Полевой Ю.И., Алиев Р.М. Схема замещения неограниченной рельсовой линии при наличии на ней подвижной единицы. Научные труды республиканской научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии и на железнодорожном транспорте». Ташкент. 2011. - с.153-158.

<sup>3</sup> Тильк И.Г. Новые устройства автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта. – Екатеринбург: УрГУПС, 2010. – 168 с.

<sup>4</sup> Manabu Teramoto, Naoki Miyaguchi, Kazuhiko Kumasaka, Reiji Ishima, Yamato Fukuta (2015). Development of a Smart Level Crossing System for Traffic Convenience. JR EAST Technical Review-No.33(p.43-48).

<sup>5</sup> Taggart, R.C., Lauria, P., Groat, G., Rees, C., Brick-Turin, A., 1987. NCHRP Report 288: Evaluating Grade-Separated Rail and Highway Crossing Alternatives. Transportation Research Board, NRC, Washington, D.C.

<sup>6</sup> Hakkert, A.S., Gitelman, V., 1997. Development of evaluation tools for road-rail crossing consideration for grade separation. Transp. Res. Rec. 1605 (1), 96–105.

<sup>7</sup> Okitsu, W., Lo, K., 2010. Simulation-free railroad grade crossing delay calculations. Western ITE Annual Meeting. San Francisco.

<sup>8</sup> Schrader, M.H., Hoffpauer, J.R., 2001. Methodology for evaluating highway–Railway grade separations. Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board 1754, 77–80.



Hoffpauer, M.R. Haque<sup>9</sup>, S. Tanvir, P. Rempel<sup>10</sup>, S. Landry<sup>11</sup>, Y. Wang, P. Lautala, D. Nelson, M. Jeon, A. Sidebottom<sup>12</sup>, B. Zaouk<sup>13</sup>, K. Ozdemir и других известных зарубежных ученых. Также, в этом направлении научными проблемами и изучением занимались известные ученые нашей республики М.М. Алиев<sup>14</sup>, Р.М. Алиев, А.А. Халиков, В.Г. Строков и другие ученые, которые добились значительных результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях.

Как показал проведённый всесторонний анализ, такие проблемы, как: безопасность на переездах; анализ статистики аварий на переездах; эксплуатация железнодорожных переездов и технические требования; основные правила расчета параметров сигнализации на железнодорожных переездах, совершенствование устройств защиты на железнодорожных переездах, технические решения, направленные на повышение безопасности, разработка и внедрение современных принципов проектирования устройств аварийной сигнализации и датчиков контроля на железнодорожных переездах в предыдущих работах изучены в недостаточной степени.

**Связь диссертационного исследования с планами исследовательских работ вуза, в котором была выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках следующих научных проектов Ташкентского государственного транспортного университета по темам «Программное обеспечение для расчёта длины участка приближения к переезду в зависимости от скорости движения поездов на железнодорожном транспорте» (2018-2019), «Программное обеспечение для оценки времени прохождения и задержки автотранспорта на железнодорожном переезде» (2019-2020), «Программное обеспечение для расчёта тормозного пути подвижного состава перед переездом на железнодорожном транспорте» (2019-2020), «Программное обеспечение для расчета расходов на содержание заградительного устройства «Боллард» на переезде железнодорожного транспорта» (2019-2020).

**Целью исследования является разработка и исследование моделей и принципов создания датчиков контроля подхода поездов к переезду для сокращения времени простоя автотранспорта и повышения безопасности движения поездов на железнодорожных переездах.**

---

<sup>9</sup> K. Haque, M.R. Fatmi, S. Tanvir, 2012. Effects and Feasibility of Relocation of Kamalapur Railway Station: An Econometric Approach. Internet: <https://www.researchgate.net/publication/264758593>. (May 17, 2015).

<sup>10</sup> Rempel et al. (2015): System to Provide Real-Time Railroad Grade Crossing Information to Support Traffic Management Decision-Making, U.S. Patent Pending, (Application Number: 15/146,391, Filing Date: May 7, 2015).

<sup>11</sup> Steven Landry, Yuguang Wang, Pasi Lautala, David Nelson, and Myoungsoon Jeon (2018). Digital Human Modeling. Applications in Health, Safety, Ergonomics, and Risk Management, pp. 599-609.

<sup>12</sup> Adam Sidebottom (2015), Active control level crossing management, Version 1.01, 01 October 2016.

<sup>13</sup> Bud Zaouk., & Kelly Ozdemir (August 15, 2017). Implementing Connected Vehicle and Autonomous Vehicle Technologies at Highway-Rail Grade Crossings.

<sup>14</sup> Алиев Р.М., Алиев М.М. Темвр йул кесинишасида транспорт воситаларининг транзит ва кечкиш вақтларини баҳолаш учун дастурий таъминот // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги //№ DGU 09408. 21.10.2020.

### **Задачи исследования:**

разработка методики исследования с использованием параметрических графовых моделей переездной сигнализации;

разработка методов анализа датчика контроля состояния участков приближения к переезду с токовыми путевыми приемниками в основных режимах работы;

разработка основных критериев датчиков контроля, алгоритмов и программного обеспечения расчета длины участка приближения к переезду;

разработка способа контроля скорости приближения поездов к переезду;

разработка методов и моделей датчиков контроля состояния участков приближения к переезду и проведение исследований датчиков контроля с токовыми путевыми приемниками;

разработка устройств автошлагбаума, контроля переездной сигнализации и микропроцессорного управления;

разработка алгоритмов и программного обеспечения для устройств контроля переездной сигнализации и автошлагбаума.

**Объектом исследования** являются датчики контроля состояния путевых участков и микропроцессорные устройств переездной сигнализации.

**Предметом исследования** определение скорости подхода поездов к переезду и уменьшение времени задержек автотранспорта на переезде.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались методы инструментальных средств информационных технологий, теории цепей с распределенными параметрами, методы структурного и параметрического проектирования, теории интервального управления подвижным составом, а также метод линейного регрессионного моделирования.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

разработаны математические модели и определены аналитические выражения датчика контроля состояния участков приближения к переезду с токовыми путевыми приемниками для определения оптимальных параметров в основных режимах работы;

разработаны критерии режимов работы датчиков контроля участка приближения к переезду, позволяющие создавать новые датчики повышающие безопасность движения поездов;

разработаны модели и алгоритмы датчиков контроля участков приближения с токовым приемником, позволяющие проводить исследования на имитационной модели максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации;

разработана микропроцессорная система контроля и управления устройств переездной сигнализации и автошлагбаумами, отличающаяся от известных систем тем, что позволяет определять скорость подхода поездов к переезду и уменьшить время простоя автотранспорта.

### **Практические результаты исследования:**

разработан алгоритм расчета тормозного пути подвижного состава в зависимости от скорости движения поездов при приближении к железнодорожному переезду для определения экстренной остановки грузовых и пассажирских поездов;

разработаны схемы и алгоритмы расчета длины участка приближения к переезду в зависимости от скорости движения поезда для подачи предупредительного сигнала участникам движения и перекрытия дороги;

разработан программно-алгоритмический комплекс расчета стоимости содержания блокиратора «Боллард» повышающий надежность и эффективность работы переездных устройств.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования объясняется моделированием баз данных в реальном времени и моделирования на основе заданных формул, соблюдением установленного уровня на основе существующего технического программного обеспечения, совместимостью теоретических и практических результатов с помощью общепринятых критериев.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в развитии принципов построения датчиков контроля участков приближения поездов к переездам, разработке моделей, алгоритмов и программ для определения оптимальных параметров датчиков контроля и времени перекрытия переездных устройств, удовлетворяющих безопасности движения поездов на переездах.

Практическая значимость результатов исследования на основе бесстыковых рельсовых цепей, которая была расширена как в результате повышения качества и надежности их работы, так и на основе разработки на железнодорожном переезде, а также их программного обеспечения алгоритмов и внедрения результатов исследования в практику.

**Внедрение результатов исследований.** По результатам, полученным на моделях, алгоритмах и программных средствах совершенствования датчиков контроля участка приближения к железнодорожному переезду:

программный комплекс для расчета тормозного пути подвижного состава в зависимости от скорости движения поездов и при приближении к железнодорожному переезду внедрен на предприятии «Ташкентская дистанция пути» (ОАО «УТИ») (Справка № 01/2403-20 - от 6 июля 2021 г.). В результате этого была получена возможность повышения точности определения тормозного пути на 45% при приближении поезда к переезду;

программный комплекс для расчета длины участка приближения в зависимости от скорости движения поездов, автомобильному и железнодорожному переезду внедрены на предприятии «Ташкентская дистанция пути» (ОАО «УТИ») (Справка № 01/2403-20 - от 6 июля 2021 г.). В результате была получена возможность повышения точности определения

при расчете длины участка приближения на 45% при приближении поезда к переезду;

программный комплекс для расчета затрат на содержание блокираторов типа “Боллард” на железнодорожных переездах был внедрён на предприятии «Ташкентская дистанция пути» (ОАО “УТЙ”) (Справка № 01/2403-20 - от 6 июля 2021 г.). В результате чего была получена возможность повышения точности информации по расчетам на содержание блокираторов на 10%.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты исследования докладывались, обсуждались и получили одобрение на 5 международных и 3 республиканских научных конференциях и семинарах.

**Публикация результатов исследования.** По теме исследований опубликовано 24 научных статьи, в том числе 1 монография, 3 статьи, включенные в базу данных Scopus, 3 статьи, рекомендованные ВАК Республики Узбекистан, а также 3 статьи, опубликованные в зарубежных журналах, 8 статей в сборниках Международных и республиканских конференций. Получено 6 свидетельств об официальной регистрации программ для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация написана на узбекском языке и состоит из 118 страниц, а также введения, четырех глав, заключения, 49 рисунков, 28 таблиц, списка литературы и приложений.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во введении обоснована актуальность решаемой проблемы и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведен список внедрений в практику результатов исследования, результаты апробации работы, приведены список и структура диссертации.

В первой главе диссертации «Анализ проблемы и состояния железнодорожных переездов», дается обзор общей характеристики железнодорожных переездов в стране и за рубежом, анализ аварий и способов их уменьшения, а также содержание научных работ, посвященных устранению проблем на них, при помощи оборудования их новыми инновационными приборами, описаны их недостатки.

В диссертации изучена структура (строение) рабочих процессов и элементов датчиков, обеспечивающих безопасность на железнодорожных переездах ведущих стран мира, а также ситуации, возникающие на железнодорожных переездах нашей страны, принципы и алгоритм их работы.

Подробно проанализированы статистические данные и результаты аварий и несчастных случаев на железнодорожных переездах в региональных и густонаселенных городах различных стран. Аварии на железных дорогах Узбекистана изучены в разрезе годов, и дан подробный анализ по основным случаям, выраженный в процентах.

Во второй главе диссертации «Разработка научно-методических рекомендаций по сокращению протоев (опозданий) и уменьшению количества аварийных ситуаций автотранспортных средств на железнодорожных переездах» собраны параметры, относящиеся к автоматизированным устройствам, обеспечивающим безопасность на железнодорожных переездах, а также транспортных средств, был создан алгоритм параметрического исследования показателей причин задержек транспортных средств, и была отобрана его модель.



Рис. 1. Распорядок дня автотранспорта в выходные дни. В Ташкенте деятельность многих учреждений, организаций, учебных заведений и т. д. начинается с восьми часов утра и заканчивается в шесть вечера, то же самое и в сфере обслуживания. Поэтому были отобраны периоды с 7.00 до 9.00 для утреннего времени часа пик и с 17.00 до 19.00 для вечернего пикового периода. В период рабочих дней были взяты четыре рабочих дня, суббота и воскресенье.

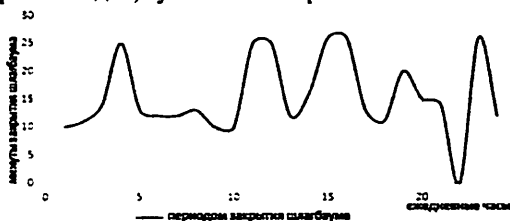


Рис. 2. Ежедневный график закрытия слягбаума

Чтобы получить необходимые данные об автомобилях, перемещающихся через переезд, был осуществлён анализ их проезда в разное время суток, в часы пик, в конце недели, в рабочие или в

Также случались большие пробки и в неуказанные в графике периоды.

Объем транспортных средств в часы пик больше, чем в другое время, что создает некоторые проблемы при пересечении железнодорожного переезда

в это время. Если поезд прибывает именно в часы пик, то для автотранспортных средств при выходе из пробки возникают ещё большие проблемы. В течение предпикового периода, вне данного графика, также возникают множество пробок.

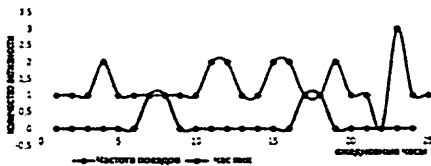


Рис. 3. Ежедневная частота поездов и плотность графика.

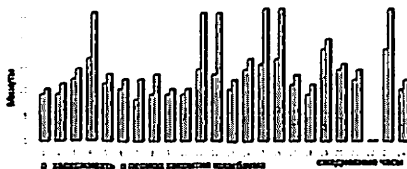


Рис. 4. График закрытия шлагбаума и среднесуточное время задержки транспортных средств.

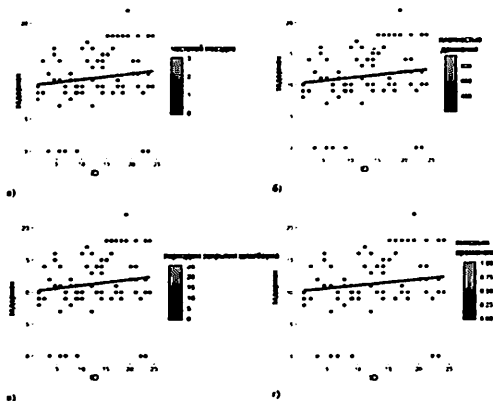


Рис. 5. Расчет простоев автомобилей в течение недели на железнодорожном переезде: Общее сравнение задержек движения между а) частотой поездов, б) плотностью движения, в) периодом закрытия шлагбаума, г) пиковым временем.

В будние и выходные дни, а также в часы пик днем и в непиковые часы можно было изучить задержки транспортных средств на железнодорожном переезде на основе графовой модели.

В таком случае применяется множественная линейная регрессия, спецификация модели заключается в том, что линейная комбинация параметров  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \epsilon$  имеет одну зависимую переменную и несколько независимых переменных.  $I$  - для  $n$  наблюдений:  $y_i$  - зависимая переменная,  $x_i$  - независимые переменные,  $\beta_0$  - точка пересечения с  $y$ ,  $\beta_p$  - коэффициенты изменения для каждой переменной формулы,  $\epsilon$  - период ошибок модели.

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа (t-тест).

	Общий	В неделю	Конца недели	Пик	Без пик
Переменные	Pr(> t )				
(граница)	0.00676 **	0.0285*	0.094961.	0.7145	0.0102 *
Частота поездов	0.01875 *	0.0451*	0.235585	0.0175 *	0.0508 .
Поток авто	0.71799	0.9412	0.662931	0.6631	0.7471
Пик	0.15978	0.1858	0.624845		
Шлагбаум	5.62e-09***	3.09e-06***	0.000848 ***	0.3150	3.5e-08 ***

Периодичность срабатывания шлагбаума на перекрестке и частота движения поездов, количество остановок автотранспортных средств и их

структура представлены на основе графовой модели, чем были обеспечена более высокая наглядность и высокий уровень формализации.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа (оценки).

	Общий	В неделю	Конец недели	в пиковые	вне пиковое время
Переменные	Оценка				
(граница)	2.460115	2.6855614	2.2915399	1.059446	2.5319180
Частота поездов	1.748422	1.8670569	1.4772594	5.629356	1.5723432
Поток авто	0.000480	0.0001268	0.0009982	0.001512	0.0004659
Пик	0.692729	0.8167885	0.4123783		
Шлагбаум	0.415388	0.4098101	0.4181474	0.188392	0.4261248

Таблица 3

Краткое описание модели

Модель	R квадрат	Скорректированный квадрат R	Стандартная ошибка в оценке
1	0.793	0.788	2.07
2	0.789	0.782	2.18
3	0.805	0.787	1.84
4	0.806	0.781	1.06

Судя по данным, шлагбаум бывает активен в общей сложности примерно 6 часов в определенный рабочий день. Как видно по таблице №4, в самые загруженные периоды рабочего дня железнодорожный шлагбаум активен в течение 20 % всего времени, и в таком состоянии он остаётся в среднем 11 минут. По таблице 4 видно, что переход работает (т.е. активен) большую часть дня, что приводит к задержкам в движении автотранспорта.

Таблица 4

Время закрытия шлагбаума в будние и воскресные дни.

Будни и выходные	*Частота	*Количество закрытий автошлагбаум а	*Средние минуты закрытия шлагбаума (min)	Общее время закрытия автошлагбаума (min)	Общий
Дни недели	24 часа	31	12	371	25%
Дни недели	Пик	4	11	49	20%
Дни недели	Без пик	27	12	322	27%
Выходные	24 часа	29	11	347	24%
Выходные	Пик	4	13	52	22%
Выходные	Без пик	27	12	322	26%

\*Период - один день переезда на 24 часа, напряженное время - с 7:00 до 19:00, плотное время - с 9:00 до 5:00 и с 19:00 до 7:00.

\*Количество закрытий шлагбаума - это количество раз, когда ворота активны в течение всего периода дня.

\*Средние минуты закрытия шлагбаума - это средние минуты, в течение которых ворота активны в течение дня.

\*Общее время закрытия автошлагбаума - это минуты, когда ворота активны в любое время дня.

В данном случае 371 минута - это общее время нахождения шлагбаума в опущенном положении, и сколько процентов в день это составляет? В день это всего 24 часа, а в минутах 1440. Следовательно, общий процент равен  $t = (371 * 100) / (24 * 60)$

Таблица 5

**Результаты корреляционного анализа**

	Дни недели. (24 часа)	
	Оценки	Pr(> t )
(граница)	2.289008	0.5633
Частота поездов	1.006211	0.6029
Поток авто	0.001007	0.8536
Время пик	0.728962	0.5577
Шлагбаум	0.465767	0.0152*

После изменения частоты переходов поездов:

Таблица 6

Время закрытия шлагбаума на рабочие и выходные дни. После уменьшения частоты поезда.

Будни и выходные	Частота	Количество закрытий автошлагбаума	Время опускания автошлагбаума (min)	Общее время закрытия автошлагбаума (min)	Общий
Дни недели.	24 часа	31/25	12/12	300	25%/20%

Как явствует из таблицы, при уменьшении частоты на пять поездов, уменьшилось и общее «время опускания» шлагбаума. При этом время работы железнодорожного шлагбаума в опущенном состоянии в будние дни сократилось на 5%.

Таблица 7

**Результаты корреляционного анализа.**

	Дни недели. (24 часа)	
	Оценивать	Pr(> t )
(Граница)	1.4881937	0.7159
Частота поездов	2.2051497	0.2552
Поток авто	0.0009069	0.8737
Пик	0.5711808	0.6619
Шлагбаум	0.4291027	0.0133*

Результаты корреляционного анализа были получены путем оценки результатов t-тестов и корреляционного анализа, а также были получены результаты симулирования (моделирования), обеспечивающие проведения исследований и проектирования на основе рабочей модели.

Таблица 8

**Краткое описание модели**

Модел	R квадрат	Скорректированный квадрат R	Стандартная ошибка в оценке
1	0.816	0.777	2.05
2	0.797	0.754	2.18



В итоге частота поездов была снижена до пяти, а общее «время шлагбаума в опущенном состоянии» уменьшилось. При этом в будние дни время нахождения железнодорожного шлагбаума в опущенном положении было сокращено на 5%, а загруженность при этом на перекрестке уменьшилась в результате того, что модель показала положительный рост.

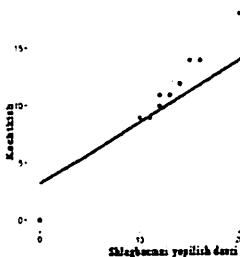


Рис. 6. Будни и выходные - время закрыть шлагбаум

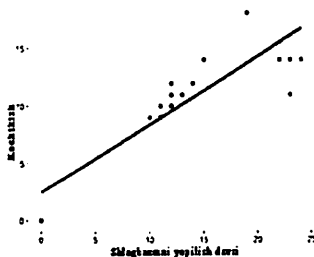


Рис.7. Рабочие и выходные - время закрыть шлагбаум. После уменьшения частоты поезда

В третьей главе диссертации «Модели и методы датчиков контроля прохождения поездов на железнодорожных переездах» рассчитана длина участка к переезду в зависимости от местоположения, а также были проанализированы и исследованы существующие схемы дорожных шлагбаумов, а также предложена датчика для определения скорости приближения поезда.

В этой главе в зависимости от места расположения переезда и скорости подхода поезда была рассчитана длина участка приближения поезда к переезду, а также по результатам анализа существующих схем управления переездной сигнализацией и автошлагбаумами предложена схема контроля подхода поезда к переезду на основе тональной рельсовой цепи без изолирующих стыков с токовыми приемниками (рис.8).

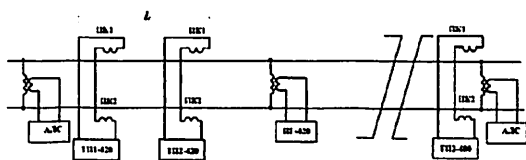


Рис. 8. Схема тональной рельсовой цепи без изолирующих стыков с токовыми приемниками

где  
 ТТ1 – токовый приемник 1;  
 ТТ2 – токовый приемник 2;  
 ПГ - путевого генератор;  
 АЛС – устройства передачи кодов автоматической локомотивной сигнализации;  
 ПК1 и ПК2 – приемные катушки токового приемника.

Для определения оптимальных параметров тональной рельсовой цепи без изолирующих стыков с токовыми приемниками ее исследование следует проводить в нормальном, шунтирующем и контрольном базовых режимах

работы. Для исследования работы тональной рельсовой цепи без изолирующих стыков с токовыми приемниками в нормальном и шунтовом режимах была разработана формула критерия чувствительности к нормативному шунту:

$$K_{\text{шн}} = \frac{A_{\text{ш}} \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + B_{\text{ш}} + Z_{\text{вхн}}^I (C_{\text{ш}} \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + D_{\text{ш}})}{K_{\text{с}} \cdot U_{\text{max}} + (A_0 \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + B_0 + Z_{\text{вхн}}^I (C_0 \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + D_0))} \quad (1)$$

Это выражение является основой для определения максимально допустимой длины и оптимального сопротивления на концах рельсовой цепи, по которому были разработаны алгоритм и программа расчета. На рис.9 показаны некоторые результаты этих расчетов.

Для исследования работы тональной рельсовой цепи без изолирующих стыков с токовыми приемниками в нормальном и контрольном режимах разработана формула критерия чувствительности к обрыву рельсовой нити:

$$K_k = \frac{A_k \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + B_k + Z_{\text{вхн}}^I (C_k \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + D_k)}{N \cdot A_0 \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + B_0 + Z_{\text{вхн}}^I (C_0 \cdot \frac{Z_{\text{вхк}} \cdot Z_{\text{в1}}}{Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{в1}}} + D_0)} \quad (2)$$

По вышеприведенной формуле также были разработаны алгоритм и программа для определения максимально допустимой длины и оптимального сопротивления на концах рельсовой цепи для критерия чувствительности к обрыву рельсовой нити, один из результатов расчета представлен на рис.10.

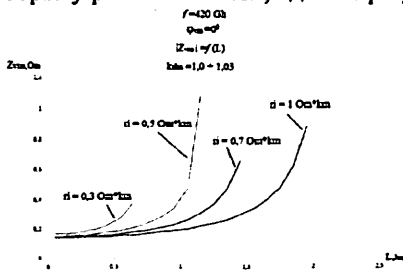


Рис. 9. Графики зависимостей входного сопротивления управляющего датчика при условии, что чувствительность шунта к длине цепи на частоте сигнала  $\phi_{\text{вхн}} = 0^\circ$  и  $f = 420 \text{ Гц}$ .

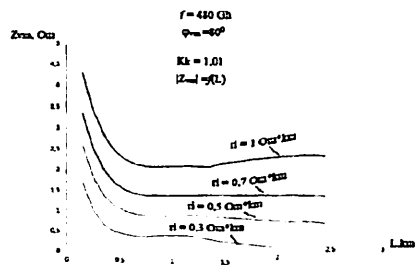


Рис. 10. Графики зависимости входного сопротивления датчика контроля при условии, что преломляющая чувствительность рельсового пути длины цепи при частотах сигнала  $f = 480 \text{ Гц}$  и  $\phi_{\text{вхн}} = 80^\circ$

Для сокращения времени простоя автотранспорта на переезде предложено определять время задержки включения переездных устройств на закрытие после вступления поезда на контролируемый участок по следующей формуле:



В четвертой главе диссертации «Разработка программного обеспечения и технических решений датчиков контроля железнодорожных переездов» разработана микропроцессорная система управления и контроля устройств автоматической переездной сигнализации с автошлагбаумами обеспечивающих безопасность движения поездов и авторанспорта на переездах. Было предложено использовать микроконтроллер известной компании Intel MCS-51, наиболее подходящий для этих целей. Особенностью этого микроконтроллера является то, что он имеет четыре порта ввода и вывода, достаточную внутреннюю и наращиваемую внешнюю память для хранения программ управления и контроля за объектами переездных устройств.

Разработанная схема микропроцессорной системы управления и контроля переездных устройств приведена на рис.12.

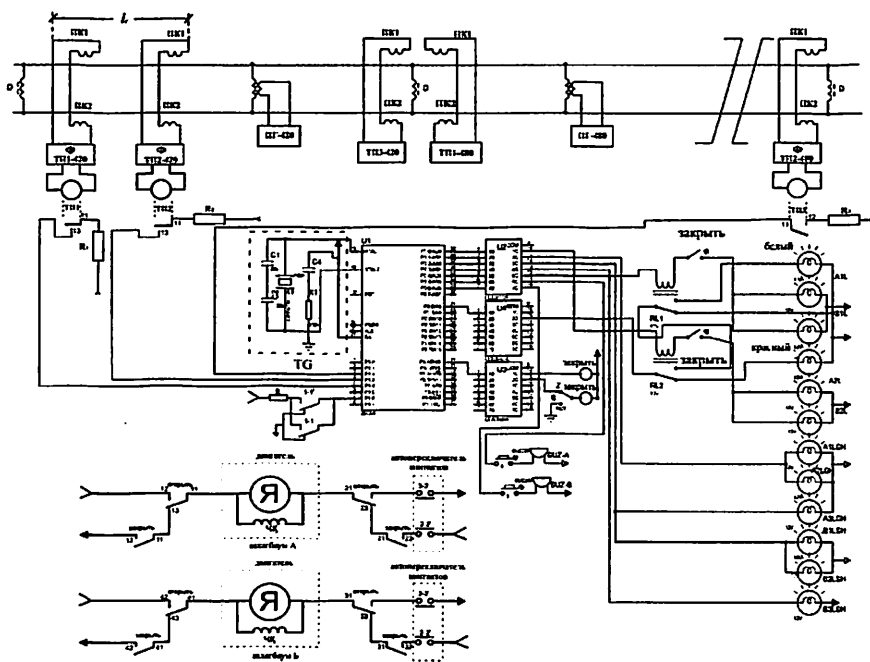


Рис 12. Микропроцессорная переездная сигнализация с автошлагбаумами.

Разработана блок-схема алгоритма управления и контроля устройств переездной сигнализации и автошлагбаумов рис. 13, на основе которого составлена программа управления и контроля переездных устройств в зависимости от скорости приближения поездов к переезду.

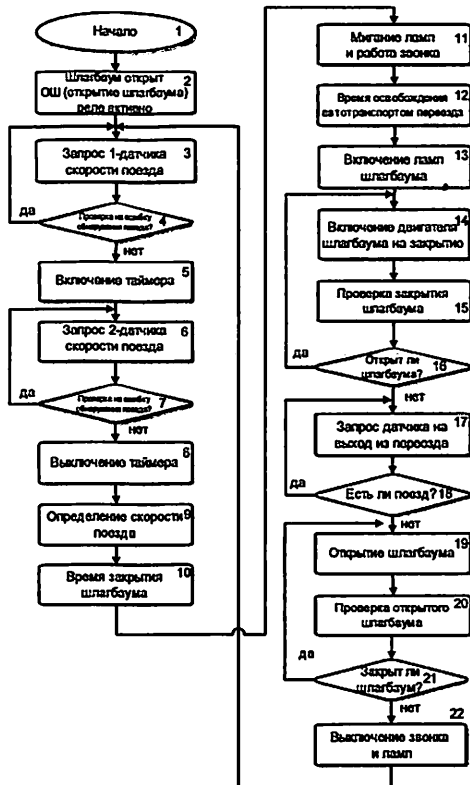


Рис. 13. Блок-схема алгоритма управления и контроля устройствами переездной сигнализации и автошлагбаумами

Проанализированы устройства безопасности, установленные на современных переездах. Были внесены предложения по адаптации их к текущим условиям, а также по применению автономных транспортных технологий.

При помощи технологии автомобильной инфраструктуры (A2I) предложена возможность двустороннего обмена данными между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой.

Основываясь на данных, собранных о движении и дорожных условиях он направлен на координацию групповых перемещений транспортных средств, а именно: включает в себя скорость и ускорение транспортных средств, связанных с заторами; содержит информацию о состоянии железнодорожного переезда; контролирует инфраструктуру для повышения безопасности дорожного движения; распространение сообщений через дорожные дисплеи или регулировка светофоров; предупреждает автомобилистов о существовании опасности подхода к железнодорожным переездам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации представлены теоретические и практические исследования инновационных устройств и данные анализа безопасности железнодорожных переездов, принципы расчета задержек автотранспортных средств, математические модели и алгоритмы, а также расчеты, позволяющие разработать эффективные датчики и решить проблему обеспечения безопасности и уменьшения простоя авторанспорта на железнодорожных переездах.

В результате были достигнуты следующие ключевые результаты.

1. Разработаны принципы показателей причин, приводящих к опозданиям на железнодорожных переездах. Это приведёт к увеличению продолжительности мобильного движения автотранспорта и сокращению столкновений на железнодорожных переездах.

2. Разработаны параметрические графовые модели для корреляционного анализа и составлена математическая модель для исследования результатов моделирования, обеспечивающих дальнейшие исследования и проектирование. По результатам модели определены условия, подходящие для дальнейшего движения поезда.

3. Собраны основные характеристики ожидания и сокращения времени передвижения на железнодорожном переезде и была разработана методика исследования на основе параметрических графовых моделей.

4. Разработаны математические модели, программы и алгоритмы для определения оптимальных параметров датчика контроля приближения поездов к железнодорожному переезду на основе тональных рельсовых цепей без изолирующих стыков с токовым путевым приемником в основных режимах работы.

5. Предложены алгоритм и программное обеспечение для исследования и расчетов длины участка приближения к переезду в зависимости от скорости и тормозного пути при подходе подвижного состава к железнодорожным переездам и получены авторские свидетельства на программные продукты.

6. Разработана микропроцессорная система управления и контроля переездных устройств в зависимости от скорости подхода поезда к переезду.

7. Разработаны алгоритм и программа управления и контроля переездных устройств в зависимости от скорости приближения поездов к переезду.

8. Результаты, полученные в диссертационной работе, дают возможность повышения рабочей активности каждого переезда от 45 до 90%, и нахождения шлагбаума в закрытом положении всего в течении 1 минут.

9. Таким образом, на основе теоретического обобщения и практической реализации, изложенных в работе новых научных положений, решена проблема разработки датчиков контроля для управления и контроля переездных устройств, обеспечивающих высокую достоверность контроля, повышающих безопасность движения поездов, уменьшающих время простоя автотранспорта и имеющая важное народнохозяйственное значение.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03 / 30.12.2019.T.03.02 ON AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES AT TASHKENT STATE TECHNICAL  
UNIVERSITY**

---

**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

**TOKHIROV EZOZBEK TURSUNALIEVICH**

**MODELS, ALGORITHMS AND SOFTWARE FOR IMPROVING  
RAILWAY LEVEL CROSSING SIGNALING SENSORS**

**05.01.06 – Elements and devices of computer technology and control systems**

**DOCTOR OF PHILOSOPHY IN TECHNICAL SCIENCES (PhD)  
DISSERTATION ABSTRACT**

**Tashkent – 2021**

The topic of the dissertation of a doctor of philosophy in technical sciences (PhD) was registered by the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan for B2021.1.Ph.D/T2001.

The dissertation has been completed at the Tashkent state transport university.

The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is placed on the web-page of Scientific Council ([www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz)) and Information and Educational Portal "Ziyonet" ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific adviser:**

**Aliev Ravshan Maratovich**  
doctor of technical sciences, docent

**Official opponents:**

**Mamadjanov Alisher Mamadjanovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Matyakubov Nurbek Rustamovich**  
doctor of philosophy on technical sciences

**Leading organization:**

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

Defense of dissertation will take place in «21» 09 2021 at 10<sup>00</sup> o'clock at a meeting of the scientific council DSc.03/30.12.2019.T.03.02 at the Tashkent state technical university. (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 246-46-00; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: [tstu\\_info@tdtu.uz](mailto:tstu_info@tdtu.uz)).

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of Tashkent state technical university (registration number 219). (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 246-03-41.).

Abstract of dissertation sent out on «8» 09 2021 year.  
(mailing report № 14 on «17» 08 2021 year).



**N.R. Yusupbekov**  
Chairman of Scientific Council  
on awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor, academician

**U.F. Mamirov**  
Scientific Secretary of Scientific Council  
awarding scientific degrees,  
PhD on technical sciences, docent

**H.Z. Igamberdiev**  
Chairman of the Academic Seminars under the  
Scientific council on awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor, academician



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to develop and study models and principles for creating sensors for monitoring the approach of trains to the crossing to reduce the downtime of vehicles and improve the safety of train traffic at level crossings.

**The object of the research work** is sensors for monitoring the state of track sections and microprocessor-based level crossing signaling devices.

**The scientific novelty of the research work** is as follows:

analytical expressions of the sensor controlling the condition of the sections approaching the intersection with the current-carrying receiver were determined and mathematical models were developed to determine the optimal parameters in the main operating modes;

criteria for the operation of sensors have been developed to control the approach to the intersection, which allows the creation of new sensors that increase the safety of train traffic;

developed models and algorithms of current-sensing control sensors of approach areas, allowing to conduct research on the simulation model as close as possible to real operating conditions;

a microprocessor-based monitoring and control system for crossing signaling devices and auto barriers has been developed, which differs from the known systems in that it allows to determine the speed of trains approaching the crossing and to reduce the idle time of vehicles.

**Implementation of the research result.** Implementation of research results. Based on the results obtained using methods and algorithms for improving sensors for monitoring signaling systems at level crossings:

a software package for calculating the braking distance of rolling stock, depending on the speed of trains and when approaching a railway crossing, has been introduced at the enterprise “Tashkent track distance” (OJS “UTY”) (reference of № 01/2403-20- dated July 6, 2020). As a result of this, according to the results of the study, it was possible to increase the accuracy of determining the braking distance by 45% when the train approaches the crossing;

a software package for calculating the length of the approach section depending on the speed of trains, road and railroad crossings have been introduced at the enterprise “Tashkent track distance” (OJS “UTY”) (reference of № 01/2403-20- dated July 6, 2020). As a result, it was possible to increase the accuracy of determination when calculating the length of the approach section by 45% when the train approaches the crossing.

a software package for calculating the cost of maintaining bollard blockers at level crossings was introduced at the enterprise “Tashkent track distance” (OJS “UTY”) (reference of № 01/2403-20- dated July 6, 2020). As a result, it was possible to increase the accuracy of information on calculations for the content of barriers by 10%.

**The structure and scope of the thesis.** The dissertation is written in Uzbek and consists of 118 pages, as well as an introduction, four chapters, conclusions, 49 figures, 28 tables, references and applications.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Алиев Ғ.М., Алиев М.М., Тохиров Э.Т. Темир йўл кесишмаларидаги сигнализация тизимининг назорат датчикларини такомиллаштириш. – Т. «Complex Print», ISBN 978-9943-6852-9-1, 2021. Монография.-118 б.
2. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. The mathematical model of the sensor for monitoring the state of the track section with current receivers// International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). ISSN: 2277-3878, Volume-8, Issue-5, January 2020. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijrte.E5936.018520> (Scopus; IF=0.158).
3. М.М.Алиев, Р.М.Алиев, Э.Т.Тохиров, Т.Р.Нурмухамедов. Четырехполосные рельсовые коэффициенты бесколлекторной гусеничной цепи при наличии одного из концов гусеничной цепи изолирующего соединения// Ташкентский Государственный Технический Университет (1-чорагида). Химическая технология. контроль и управление. 2019, №4-5 (88-89) <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2019/iss4/6> (05.00.00; №12).
4. Р.М.Алиев, Э.Т.Тохиров. Определение оптимальных длин бесстыковых рельсовых цепей на переездах и перегонах// Тошкент ахборот технологиялари университети (1-чорагида). Научно-технический и информационно-аналитический журнал ТУИТ 2019, №4 (52), (05.00.00; №31).
5. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. Parameters of coefficients of the rail four-pole of the jointless rail circuit according to locomotive receiver// Tashkent State Technical University (1-choragida). Volume 2019 Issue 2. <https://uzjournals.edu.uz/btstu/vol2019/iss2/6>, (05.00.00; №12).
6. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M., Tashmetov K. Research the Length of the Braking Distance for Speed and High Speed Trains on Railway Sections// International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. Volume 9, No.5, September - October 2020, DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/126952020> (Scopus; IF=9.84).
7. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. Methodology for Determining the Optimal Values of Resistance at the Ends of the Jointless Track Circuit with Considering Twofold Shunting// International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, Volume 8. No. 9, September 2020. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/25892020> (Scopus; IF=6.99).
8. Tokhirov E. Security Improvement Techniques at Railway Crossings of Uzbekistan// Интеллектуальный технологии на транспорте №1, 2020, ISSN 2413-2527. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра 1. <http://itt-pgups.ru/issue/viewIssue/194/86> (05.00.00; №110).

9. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. Model Microprocessor Device of Four-Wire Scheme of the Direction Change. German International Journal of Modern Science. №11 2021.vol. 1. 30-32. DOI: [10.24412/2701-8369-2021-11-1-30-32](https://doi.org/10.24412/2701-8369-2021-11-1-30-32) (40 ResearchGate).

10. Aliev R., Tokhirov E. Analysis and scientific methodological recommendations for reducing the delay on railway crossings. Interactive science. – 2021. – № 5 (60). DOI 10.21661/r-554252 (40 ResearchGate).

## II бўлим (II часть; II part)

11. Tokhirov E, Fujiwara A. A System to Provide On-Time Railway Level Crossing to Reduce Waiting Time of Transport Users: Case Study Mirabad Level Crossing in Tashkent// Abstract Proceedings of the 5th JASID Western Japan Research Meeting, Hiroshima University 21st August 2018.

12. Тохиров Э.Т., Р.М. Алиев. Анализ и способ контроля состояния путевых участков на линиях с высокоскоростным движением поездов//Тошкент темир йўл мухандислари институти. 21-22 декабр 2019

13. Тохиров Э.Т. Темир йўл транспортида поездларнинг тезлигига қараб, автомобил ва темир йўл кесиммаси яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш ишларини такомиллаштириш// Тошкент темир йўл мухандислари институти. 21-22 декабр 2019.

14. Tokhirov E. Safety and communication at guarded railway level crossing // “Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар” мавзусидаги республика 14-қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари тўплами. – Тошкент: Тадқиқот, №7. Март, 2020. 179-бет.

15. Tokhirov E. Literature review for improvement at railway level crossing// инновационное развитие науки и образования: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 33-37 с.

16. Tokhirov E., R. Aliev, To improve safety at level crossing in Uzbekistan// European scientific conference: сборник статей XX Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 64-66 с.

17. Tokhirov E., R. Aliev, Improving the braking distance of the train before level crossing// Scientific Collection «InterConf», (31): with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Science and Practice: Implementation to Modern Society» Manchester, Great Britain: Peal Press Ltd., 2020. № 1 (31) | October, 2020.

18. Tokhirov E., Aliev R., Aliev M. Devices to improve safety at level crossings// Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам XLI Международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». – № 10(38). – М., Изд. «Интернаука», Москва-2020.

19. Тохиров Э.Т. Темир йўл транспортида поездларнинг тезлигига қараб, автомобил ва темир йўл кесишмаси яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш учун дастурий таъминот // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. № DGU 06732. 25.05.2019.

20. Тохиров Э.Т. Темир йўл транспорти рельс линияларида тормоз бошмоқлари билан вагонларни маҳкамлашни ҳисоблаш учун дастурий таъминот. // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. № DGU 23754. 20.12.2019.

21. Тохиров Э.Т. Темир йўл транспортида кунлик йўловчи поездлар айланмасини ҳисоблаш учун дастурий таъминот таъминотю.// Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. № DGU 07897. 24.01.2020.

22. Тохиров Э.Т. Темир йўл транспортида ҳаракатланувчи таркибнинг автомобил ва темир йўл кесишмасига яқинлашишида тормоз йўлини ҳисоблаш учун дастурий таъминот.// Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. № DGU 08002. 19.02.2020.

23. Тохиров Э.Т., Алиев Р.М., Алиев М.М. Темир йўл кесишмасида транспорт воситаларининг транзит ва кечикиш вақтларини баҳолаш учун дастурий таъминот // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги //№ DGU 09408. 21.10.2020.

24. Тохиров Э.Т. Алиев Р.М., Алиев М.М. Темир йўл кесишмаларида “Боллард” тўсиқни ушлаб туриш харажатларини ҳисоблаш учун дастурий таъминот. Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги //№ DGU 08987. 18.08.2020.

**Авореферат «Тошкент давлат транспорт университети» тахририятида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.**

**Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 50/21.**

**Гувоҳнома № 851684.  
«Трограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.**