

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

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

СУЮНБАЕВ ШИНПОЛАТ МАНСУРАЛИЕВИЧ

МАГИСТРАЛ ВА САНОАТ ТЕМИР ЙЎЛ СТАНЦИЯЛАРИДА
МАНЕВР ИШЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ ТРАНСПОРТ
ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ИННОВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2022

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации

Content of the abstract Doctoral (DSc) Dissertation

Суёнбаев Шинполат Мансуралиевич

Магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш транспорт жараёнларининг инновацион технологиялари.. 3

Суёнбаев Шинполат Мансуралиевич

Инновационные технологии транспортных процессов в организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях 29

Suyunbaev Shinpolat Mansuralievich

Innovative technologies of transport processes in the organization of shunting work at main line and industrial railway stations 55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 60

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
РЎД.15/30.12.2019.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

СУЮНБАЕВ ШИНПОЛАТ МАНСУРАЛИЕВИЧ

**МАГИСТРАЛ ВА САНОАТ ТЕМИР ЙЎЛ СТАНЦИЯЛАРИДА
МАНЕВР ИШЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ ТРАНСПОРТ
ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ИННОВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2022

Фан доктори (DSc) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузурдаги Олий аттестация комиссиясида B2021.1.DSc/T421 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tstu.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	Арипов Назиржан Мукарамович техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Ибрагимов Назрилла Набиевич техника фанлари доктори, профессор Даусентов Ерген Балгаевич техника фанлари доктори, профессор Севинов Жасур Усмонович техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузурдаги PhD.15/30.12.2019.T.73.01 рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик Илмий кенгашнинг 2022 йил 10 ноябрь соат 15⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди. Манзил: 100167, Тошкент ш., Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz.

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (069 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент ш., Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй. Тел.: (99871) 299-05-66.

Диссертация автореферати 2022 йил 28 октябрь куни тарқатилди.
(2022 йил 27 октябрдаги 001 рақамли реестр баённомаси).

Ж.Ф. Курбанов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д. (DSc), доцент

А.М. Мерганов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
техника фанлари бўйича
фалсафа доктори (PhD)

Д.Х. Баратов
Илмий даражалар берувчи илмий
семинар раиси, Тошкент давлат транспорт университети
т.ф.д. (DSc), доцент



КИРИШ (докторлик (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда темир йўл транспортини модернизация қилиш ва локомотивлар паркени кам харажатли техник воситаларга алмаштириш оркали ҳаракат таркибларидан фойдаланиш сифати, ишончлилиги ва самарадорлигини ошириш асосида уларнинг ишлаш фаолиятини тезкор режалаштириш ҳамда ёқилғи сарфини бошқариш услулларини ишлаб чиқиш масалаларига алоҳида эътибор берилмоқда. Жаҳон миқёсида "... магистрал ва манёвр тепловозларни техник эскиришининг ўртача даражаси 80 фонздан ортганлиги ҳамда локомотив нархининг юқорилиги ва у 2,5 млн. евродан ошиб кетганлиги...¹, ... транспортда ташиш ишларида йилига 2,1 млрд. евро ёқилғи учун сарфланишини...² эътиборга олиб, манёвр ишларини ташкил этишнинг транспорт жараёнларида замонавий ахборот технологиялари ва автоматлаштирилган бошқарув тизимларини жорий этиш зарурати туғилади. Шу нуқтаи назардан, магистрал ва саноат темир йўл станцияларининг ишлаш хусусиятидан келиб чиқиб, манёвр ишларидаги технологик жараёнларни бажариш вақти ва ундаги ёқилғи сарфини меъёрлаш асосида тортув бирликларидан оқилона фойдаланиш бўйича тезкор қарорлар қабул қилиш имконини берувчи ёқилғи-энергия ресурсларини тежаш техник воситалари ва инновацион технологиялардан фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Дунёда тортув ҳаракат бирликларини бошқариш ва улардан фойдаланиш тизимларини такомиллаштириш, манёвр амалларини бажариш давомийлигини кискартириш, йўлларни ривожлантириш схемаларини яхшилаш, темир йўл станцияларини замонавий автоматика ва телемеханика воситалари билан жиҳозлашга қаратилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, илм-фан ва ахборот технологиялари ютуқларидан фойдаланган ҳолда замонавий илмий усуллар асосида турли хил манёвр ишларини бажаришда ёқилғи сарфини камайтириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, манёвр ишларидаги ёқилғи сарфининг илмий асосланган меъёрини белгилаш усуллари ва автоматлаштирилган тизимларини ҳамда транспорт масалаларини ечиш асосида юк объектларига тартиблштирилган тарзда хизмат кўрсатиш имконини берувчи дастурий таъминотини ишлаб чиқиш долзарб вазифалардан бири ҳисобланмоқда.

Республикамизда турли транспорт соҳаларини ривожлантириш, шу жумладан, темир йўл транспорти тизимининг қуввати ва манёвр қобилиятини кучайтириш, ҳаракат тезлигини ошириш, ишлаб чиқариш жараёнларини комплекс механизациялаш ва автоматлаштириш борасида кенг қўламли чора-

¹ <https://www.dissercat.com/content/teoreticheskie-osnovy-i-metodologiya-vybora-obemov-i-tehnologii-modernizatsii-teplovozov>.

² <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-stabilizatsii-itsilindrovyykh-moshchnosti-dizelya-na-rezhime-kholostogo>.

тадбирлар амалга оширилиб, бу борада муайян натижаларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан, “Барча транспорт турларини узвий боғлаган ҳолда ягона транспорт тизимини ривожлантириш ..., транспорт ва логистика хизматлари бозори ва инфратузилмасини ривожлантириш ..., транспорт соҳасида ташки савдо учун “яшил коридорлар” ҳамда транзит имкониятларини кенгайтириш ..., хавфсизлик, савдо-иктисодий, сув, энергетика, транспорт ва маданий-гуманитар соҳалардаги яқин ҳамкорликни сифат жиҳатидан юқори босқичга олиб чиқиш”² бўйича муҳим мақсадлар белгилаб берилган. Ушбу мақсадларга эришишда, жумладан, манёвр рейсларини бажариш давомийлигини аниқлаш, тортув ҳаракат таркибинини тезкор тартибга солиш, манёвр локомотивлари орқали юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатиш усуллари, алгоритмлари ва инструментал воситаларини ишлаб чиқиш ҳамда амалий масалаларни ечиш асосида ҳар бир рейс ва ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда манёвр ишларини бажаришдаги ёқилги сарфини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизимини яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сонли Фармони, 2017 йил 2 декабрдаги “2018-2022 йилларда транспорт инфратузилмасини такомиллаштириш ва юк ташишнинг ташки савдо йўналишларини диверсификациялаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-3422-сонли, 2019 йил 22 августдаги “Иқтисодий тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4422-сонли, 2020 йил 10 июлдаги “Иқтисодийнинг энергия самарадорлигини ошириш ва мавжуд ресурсларни жалб этиш орқали иқтисодий тармоқларининг ёқилги-энергетика маҳсулотларига қарамлигини камайтиришга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-4779-сонли Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялари ривожланишининг: II. “Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик”, ИТД-3 – “Энергетика, энергия, ресурс тежамкорлик, транспорт, машина ва асбобсозлик” каби устувор йўналиши доирасида бажарилган.

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сонли Фармони

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи³.

Магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш бўйича назарий ва амалий тадқиқотлар етакчи мамлакатларнинг илмий марказлари, университет ва илмий-тадқиқот институтларида, жумладан: Washington State University (АҚШ), Newcastle Centre for Railway Research University (Буюк Британия), Curtin University of Technology (Австралия), University of Belgrade (Сербия), Beijing Jiaotong University (Хитой), Indian Institute of Technology Kharagpur (Ҳиндистон), Technische Universitat Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig (Германия), Россия транспорт университети (Россия), Петербург давлат темир йўл университети (Россия), Днепрпетровск миллий темир йўл транспорти университети (Украина), Белоруссия давлат транспорт университети, Логистика ва транспорт академияси (Қозоғистон), Тошкент давлат транспорт университети (Ўзбекистон) ва бошқаларда кенг кўламда олиб борилмоқда.

Манёвр ишларини ташкил этишдаги транспорт жараёнлари технологияларини такомиллаштириш бўйича дунёда олиб борилаётган тадқиқотлар асносида бир қатор илмий натижаларга эришилган, хусусан манёвр локомотивларининг ёқилғи пуркаш тизимлари модернизация қилинган (Ҳиндистон), магистрал ва саноат темир йўлларининг қайта ишлаш қобилиятини оширишга доир тизимлар такомиллаштирилган (Канада), вагонларни юк объектларига етказиб бериш учун локомотивлар жорий этилган (Россия), ортиш-тушириш ишларида оморхона ёки конвейер йўлагига вагонларни суриб бериш учун тортув агрегатлари ишлаб чиқилган (Белоруссия), манёвр локомотивларининг энергия сарфини камайтириш учун куёш энергиясидан фойдаланиш тизимлари яратилган (АҚШ, Хитой).

Жаҳонда магистрал ва саноат темир йўл станцияларидаги манёвр ишларида ёқилғи истеъмоли самарадорлигини ошириш билан боғлиқ муаммоларнинг ечимини топишга қаратилган бир қатор, жумладан қуйидаги устувор йўналишларда: ёқилғи сарфини мониторинг қилиш ва баҳолаш усулларини такомиллаштириш, манёвр локомотивларини бошқаришда сунъий интеллектга асосланган усуллардан фойдаланиш, турли хил тортиш кучига эга бўлган тортув ҳаракат таркибларини ишлаб чиқиш, ортиш-тушириш ишларида вагонларнинг туриб қолиш вақтини камайтиришга оид тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш назариясини ишлаб чиқиш бўйича жаҳондаги йирик тадқиқотчилар, жумладан, В.И. Бобровский, А.Т. Осминин, И.Н. Шапкин, Т.А. Нечай, Д.В. Железнов, М.И. Арпабеков, А.В. Харитонов, П.А. Шелест, И.Я. Сковрон, Д.А. Сивицкий, А.В. Рожков,

³ <https://wsu.edu/>, <https://www.ncl.ac.uk/newrail/people/sg/>, <https://www.bg.ac.rs/en/>, <http://en.njtu.edu.cn/>, <https://www.curtin.edu.au/about/history-facts/history/curtin-university-of-technology/>, <http://www.iitkgp.ac.in/>, <https://www.tu-braunschweig.de/>, <https://rut-miit.ru>, <http://www.pgups.ru/>, www.dit.edu.ua, <https://www.bsut.by/>, <https://alt.edu.kz/>, <https://istu.uz>

Alex Landex, Anders H. Kaas, Sten Hansen, Xu Xiaoming, Keping Li, Xiaoshan Lu, Boysen Nils, Malte Fliedner, Florian Jaehn, Erwin Pesch va бошқалар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Ортимизда бир қатор олимлар юк поездлари ҳаракатини ўзгармас график асосида ташкил этиш, вагонлар оқимини ташкил этишда тезкор режалаштириш, темир йўл автоматика ва телемеханикасининг замонавий қурилмалари, шунингдек автоматлаштирилган бошқариш тизимларини ривожлантириш ҳисобига темир йўл транспортини ишлатиш кўрсаткичларини яхшилашга қаратилган тадқиқотлар олиб борган. Жумладан Р.З. Нурмухамедов, С.М. Джумабаев, Э.Т. Туйчиев, К.Т. Худайберганов, Н.М. Арипов, Н.Н. Ибрагимов, М.Х. Расулов, Д.Х. Баратов, Ж.Ф. Курбанов, Д.И. Илесалиев, З.Г. Адилова ва бошқалар бу соҳада турли йилларда ўз тадқиқотлари асосида ижобий натижаларга эришганлар.

Сезиларли муваффақиятларга қарамай, кўп погонали мураккаб илмий-техник вазифа ҳисобланган магистрал ва саноат темир йўл станцияларидаги манёвр локомотивларининг ёқилги истеъмолини меъёрлашнинг автоматлаштирилган бошқарув тизимларини яратиш ва тортув ҳаракат таркиблари ишини тезкор режалаштириш билан боғлиқ илмий муаммолар етарли даражада ўрганилмаган. Мазкур диссертация ишида магистрал ва саноат темир йўл станцияларидаги манёвр ишларини ташкил этишда ҳаракат таркиблари ва технологик жараённинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, ёқилги сарфининг илмий асосланган меъёрини белгилашнинг автоматлаштирилган тизимини яратиш, тортув ҳаракат таркибларидан оқилона фойдаланиш усулларини ва улар асосида манёвр ишларидаги технологик жараёнларни бошқариш имконини берувчи дастурий таъминотлар кўринишидаги инструментал воситаларни ишлаб чиқиш тақлиф этилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига киритилган А-3-055-сонли “Ўзбекистонда истикболли ва тезкор темир йўл автоматика ва телемеханика қурилмаларини ҳисобга олиш ва назорат қилишни автоматлаштирилган тизимини ишлаб чиқиш” (2017 й.), ЁБВ-Атех-2018-223-сонли “Идиш-донали юкларни пакетлаб ташишни ташкил этиш усули” мавзусидаги давлат грантлари ҳамда 127/08-ТО-сонли “НКМҚни Шимолий Рудабошқармаси темир йўл цехи “Марказий руда” станцияси ишининг технологик жараёнини ишлаб чиқиш” (2011 й.), 2303-01/03/06/2019-сонли “Ўзбекистон металлургия комбинати” АЖни янги логистик маркази терминалларининг қайта ишлаш қобилятини тадқиқ этиш” (2019-2020 й.), 832-01/03/06/2020-сонли “Ўзбекистон металлургия комбинати” АЖнинг темир йўлларини қуриш ва реконструкция қилиш лойиҳасини ишлаб чиқиш” (2020 й.), №47-сонли “Самарқанд кимё комплексининг ортиш-тушириш, қабул қилиш-жўнатиш йўллари, перегонларини ривожлантириш ва тортув ҳаракат таркибларидан самарали

фойдаланиш бўйича таклифлар ишлаб чиқиш” (2022 й.) мавзусидаги хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш транспорт жараёнларининг инновацион технологияларини ишлаб чиқиш ва уни амалий қўллашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этишнинг ҳозирги ҳолати ва уларнинг самарадорлигини ошириш масалаларини тадқиқ этиш;

темир йўл станцияларида манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини ҳисоблашнинг усули, алгоритми ва дастурий воситаларини ишлаб чиқиш;

темир йўл станцияларида манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган ёқилги миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизимини ишлаб чиқиш ва амалий қўллаш;

иш ҳажми ва турига боғлиқ равишда манёвр локомотивларини станцияларга бириктириш ва уларнинг рационал турини танлаш доирасини асослаш назариясини ривожлантириш;

темир йўлларнинг асосланган лойиҳасини ҳисобга олган ҳолда поезд таркибидаги вагонлар гуруҳини иккита йўналишга ажратиш бўйича манёвр ишларини самарали бажаришнинг техник ечимларини ишлаб чиқиш;

туриб қолиш вақтларини минималлаштириш учун “Тарқалиш ва чегаралар” усули асосида манёвр локомотивлари ишини тезкор режалаштиришнинг математик моделини ишлаб чиқиш;

заҳира босиб ўтиш йўлини минималлаштириш учун транспорт масаласини ечиш асосида манёвр локомотивлари ишини тезкор тақсимлаш усулларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида магистрал ва саноат темир йўл станциялари ҳамда манёвр локомотивлари хизмат кўрсатувчи темир йўл шохобча йўллари олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида замонавий ахборот технологиялари асосида темир йўл станция ва шохобча йўлларида манёвр ишларини самарали ташкил этиш ҳамда тортув бирликлари ҳаракатини тезкор режалаштириш усуллари олинган.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида тизимли таҳлил, Тарқалиш ва чегаралар, Коммивояжер, Симплекс, комбинаторика, имитацион ва математик моделлаштириш, математик статистика, энг кичик квадрат усуллари, Ньютон қонуни, ҳаражатлар ставкаси, графлар ва алгоритмлар назариясидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

манёвр рейсларини бажаришга сарфланадиган вақтни аниқлаш усули вагонларнинг ҳисобий параметрларидан келиб чиққан ҳолда тортув бирликлари таркибининг ҳаракатига солиштирма қаршилик ва нишабликнинг қаршилиги таъсирини ҳисобга олиб такомиллаштирилган;

ажратиш пунктларидаги иш ҳажми ва турини эътиборга олиб манёвр локомотивлари паркини янгилаш зарурати устувор станцияларни танлаш ва улардаги тортув ҳаракат таркиблари мақбул турини ажратиш олиш ва техник-иқтисодий асослашнинг янги ёндашуви ишлаб чиқилган;

поезд таркибидаги узилмаларни кетма-кет жойлашганлиги ва сонини ҳисобга олган ҳолда станция йўлларининг мақбул схемасини танлаб олиш асосида вагонлар гуруҳини иккита йўналишга ажратиш бўйича манёвр ишларининг инновацион технологияси ишлаб чиқилган;

локомотивларни ишларнинг кутишини минималлаштириш ва йўл-йўлакай маршрутларни бирлаштириш имкониятини эътиборга олиб темир йўл станцияларидаги манёвр локомотивлардан унумли фойдаланишни режалаштиришнинг математик модели ишлаб чиқилган;

темир йўл станцияларидаги тортув ҳаракат таркибларини тезкор таксимлашнинг илғор усули манёвр локомотивларининг захира юришини минималлаштириш ва самарали қарор қабул қилишни автоматлаштириш имкониятини эътиборга олиб ишлаб чиқилган;

станциялардаги манёвр локомотивлари билан юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатиш усули узатишлар графигини режалаштириш ва локомотивларнинг фойдали иш кўрсаткичларини ҳисобга олиб ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини ҳисоблаш, манёвр локомотивлари ишини тезкор таксимлаш ва улар томонидан юк объектларига хизмат кўрсатиш навбатини танлаш алгоритмлари ва дастурий мажмуалар кўринишидаги инструментал воситалари ишлаб чиқилган;

темир йўл станциялари йўл хусусиятлари, таркиб оғирлиги, иқлим шароитлари ва локомотив туридан келиб чиққан ҳолда манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизими яратилган;

муайян станцияга тааллуқли бўлган манёвр ишларини бажаришга доир янги ишлаб чиқилган зарурий қўшимча кўрсатмалар “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ темир йўл станцияларининг техникавий-бошқарув далолатномасини тузиш бўйича Йўриқнома”нинг 3-боби ва иловасига киритилган (“ЎТЙ” АЖнинг 05.03.2021 йилдаги 239-Н-сонли буйруғи);

ўзгарувчан ва ўзгармас графиклар асосида поездларни тузиш технологик жараёни хусусиятларининг ўзгаришларини ҳисобга олиб, саралаш парки йўлларидан оқилона фойдаланиш ва саралаш навбатини танлаш бўйича комплекс амалий тадбирлар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий усуллар ва қонунлар асосида назарий тадқиқотлар олиб борилганлиги, ишлаб чиқилган математик модел ва дастурлар асосида олинган манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилгини

хисобий кийматларининг тажриба маълумотлари билан мувофиқлиги, тадқиқот доирасида ишлаб чиқилган таклиф ва тавсияларнинг амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти темир йўл станцияларида бажариладиган манёвр ишларининг тури, хизмат кўрсатиш устуворлиги, об-ҳаво шароитлари, йўл ва ҳаракат таркибларининг хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда ёқилғи сарфини индивидуал равишда меъёрлаш, тортув ҳаракат таркиблари билан таъминлаш назариясининг такомиллаштирилганлиги, манёвр ишларини ташкил этишда локомотивлардан фойдаланишни режалаштириш усулларининг ишлаб чиқилганлиги ҳамда манёвр локомотивлари билан юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатишдаги илмий-назарий асослар, моделлар ва алгоритмлар олинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти юк объектларига хизмат кўрсатиш бўйича қўшимча талабларнинг ““Ўзбекистон темир йўллари” АЖ темир йўл станцияларининг техникавий-бошқарув далолатномасини тузиш бўйича Йўриқнома”га киритилганлиги, манёвр ярим рейсларига сарфланадиган вақт ва ёқилғи миқдорини меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизими ҳамда юк объектларига манёвр локомотивлари томонидан хизмат кўрсатиш кетма-кетлигини аниқлаш ва тортув ҳаракат таркиблари ишини тезкор таксимлашнинг инструментал воситалари ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш транспорт жараёнларининг инновацион технологияларини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

манёвр ярим рейсларини бажаришга сарфланадиган вақтни аниқлаш усули, манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилғи миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизими, таркибларни тарқатиш навбатини танлаш бўйича комплекс амалий тадбирлар “Тошкент Минтақавий темир йўл узели” Унитар корхонасига жорий этилган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖнинг 2022 йил 1 июлдаги 07/2309-22-сонли маълумотномаси). Натижада ёқилғи сарфини меъёрлаш ва назорат қилишда инсон омилни камайтириш, ёқилғини меъёрдан ортиқ ишлатишга таъсир кўрсатувчи омилларни аниқлаш орқали ёқилғи сарфини 6% га камайтириш, ўзгармас ва ўзгарувчан график шароитида юк поезди таркибини тўлдириш, саралаш парки йўлларининг бандлигини камайтириш ва вагонларнинг туриб қолиш вақтини 7% га қисқартириш ва бир йилда 87,5 млн. сўм иқтисодий самарадорликка эришиш имконини берган;

муайян станцияга тааллуқли бўлган манёвр ишларини бажаришга доир янги ишлаб чиқилган зарурий қўшимча кўрсатмалар “Ташишларни ташкил этиш” бошқармасида ““Ўзбекистон темир йўллари” АЖ темир йўл станцияларининг техникавий-бошқарув далолатномасини тузиш бўйича

Йўриқнома”ни ишлаб чиқишда қўлланилган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖНинг 2022 йил 1 июлдаги 07/2309-22-сонли маълумотномаси). Натижада шохобча йўлларига хизмат кўрсатиш ва ҳаракатни ташкил этиш тўғрисидаги йўриқномани тизимлаштирилган тартибда тузиш имконини берган;

вагонлар гуруҳини иккита йўналишга ажратиш бўйича манёвр ишларини бажаришнинг технологик ечимлари, темир йўл станцияларидаги манёвр локомотивларидан фойдаланишни режалаштиришнинг математик модели, темир йўл станцияларидаги тортув ҳаракат таркибларини тезкор тақсимлаш ва юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатиш усуллари “Логистикани ривожлантириш ва рақамлаштириш бош бошқармаси”га жорий этилган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖНинг 2022 йил 1 июлдаги 07/2309-22-сонли маълумотномаси). Натижада вагонларнинг темир йўл объектларига узатилишни кутиш вақтини камайтириш, вагонларни иккита гуруҳга жамлаш вақтини 15% га, манёвр локомотиви босиб ўтадиган йўлни 24% га ва юк фронтлариаро юриш масофасини 13% қисқартиришга эришилган ҳамда манёвр локомотивлари юкланганлигини, бўш юриш вақти ва масофасини камайтириш, манёвр локомотивлари ҳаракатини ташкил этиш бўйича тезкор қарор қабул қилиш имкони яратилган;

манёвр локомотивлари паркинни янгилаш зарурати устувор бўлган станцияларни танлаш ва улардаги тортув ҳаракат таркибларининг мақбул турини ажратиб олиш ва техник-иктисодий асослашнинг янги ёндашуви “Темир йўл цехи”га жорий қилинган (“Ўзметкомбинат” АЖНинг 2022 йил 1 июлдаги 01/06-01/04-238-сонли маълумотномаси). Натижада иш ва йўл хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда тортув ҳаракат таркибларининг мақбул турини танлаш бўйича техник-иктисодий асосланган қарор қабул қилиш ҳамда кутилаётган юк ҳажмидан келиб чиққан ҳолда темир йўл инфратузилмасини ривожлантириш чора-тадбирларини ишлаб чиқиш ҳисобидан кутилаётган иктисодий самарадорлик 832,0 млн. сўмни ташкил этган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 28 та илмий-амалий анжуманлар, шу жумладан 2 та Scopus базасидаги илмий анжуманда, 16 та халқаро ва 10 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 54 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 3 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 15 та мақолалар, жумладан 12 та республика ва 3 та чет эл илмий журналларида ҳамда 4 та Scopus базасига кирувчи тўпламларда нашр этилган, 14 та ЭҲМ учун дастурлар ва маълумотлар базасига гувоҳнома олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, 5 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 190 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот объекти ва предмети ифодаланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланиши устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, диссертация тадқиқоти натижаларининг ишлаб чиқаришга жорий қилиниши ҳамда синов натижалари кўрсатилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

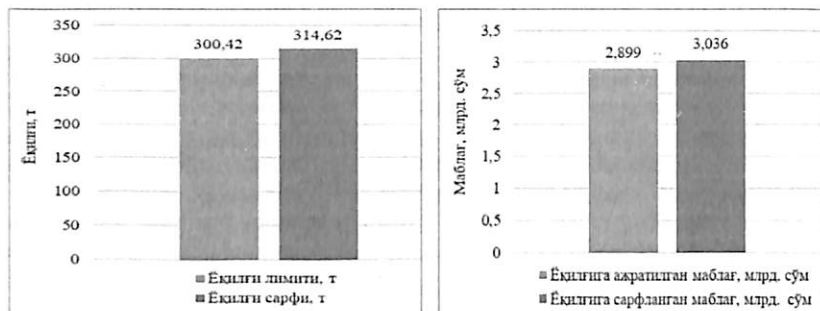
Диссертациянинг **“Темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этишнинг ҳозирги ҳолати ва уларнинг самарадорлигини ошириш масалалари”** деб номланган биринчи бобида темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этишнинг ҳозирги ҳолати ва ривожланиши таҳлил қилинган, манёвр ишларини такомиллаштириш бўйича хорижий тажрибалар ва илмий ишлар ўрганилган ҳамда манёвр ярим рейсларига сарфланадиган вақт ва ва ёқилги миқдорини меъёрлашнинг мавжуд усуллари тадқиқ этилган.

Магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш транспорт жараёнларининг таҳлили натижасида манёвр ишларига сарфланадиган вақт ва ёқилги сарфини меъёрлаш усуллари ишлаб чиқилмаганлиги (манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган ёқилги миқдорини меъёрлаш тажриба ўтказиш йўли билан амалга оширилиши), смена давомида бажарилган ярим рейслар маршрут варағида тегишли ходимлар томонидан қайд этилиши, манёвр локомотивлари сонини белгилаш, турини танлаш ва уларни бириктириш тартиби тегишли техник-иктисодий асосларсиз амалга оширилиши, юк станцияларида таркибдаги вагонларни йўналишлар бўйича жойлаштириш тегишли ходимларнинг тажрибаси асосида амалга оширилиши, саралаш паркида юк поездлари таркибини тўлдириш бўйича манёвр ишларини ташкил этиш технологияси мавжуд эмаслиги, манёвр локомотивлари ишини тезкор тақсимлаш технологик жараёнларига рақамлаштириш тизимлари етарлича жорий этилмаганлиги аниқланган. Булар, ўз навбатида, манёвр ишларига ҳар ой лимитдан ортиқ ёқилги сарфланишига олиб келган (1-расм).

Темир йўл станцияларида бажариладиган манёвр ярим рейсига сарфланадиган вақтни меъёрлаш 2006 йилда ишлаб чиқилган “Темир йўл станцияларида бажариладиган манёвр ишларининг вақт меъёрлари”да келтирилган ифода асосида амалга оширилади. Тадқиқот жараёнида ушбу ифода, нол (текислик) ва хақиқий профил бўйича тортув ҳисоблари асосида манёвр ярим рейсига сарфланадиган вақт аниқланган (1-жадвал).

Турли профилларда олинган 1-жадвалдаги натижалари орасидаги фарқлардан кўриниб турибдики, мавжуд меъёрдаги ифодага мувофиқ аниқланган вақт фақат нол профилга эга бўлган йўлларда етарлича

аникликдаги натижани беради, ammo ҳақиқий профил бўйича манёвр ярим рейсига сарфланадиган вақт давомийлигини ҳисоблашда тегишли ифодага ўзгартириш киритиш мақсадга мувофиқ бўлади.



1-расм. “ЎТЙ” АЖнинг “Ўзбекистон” депосида манёвр ишлари учун бир ойлик ёқилги сарфини таҳлил қилиш натижалари

1-жадвал

Манёвр ярим рейсларини бажаришга сарфланадиган вақт миқдорини мавжуд усуллар бўйича ҳисоблаш натижалари

T/p	Манёвр тезлиги, км/соат	Тегишли меъёрдаги ифодага мувофиқ аниқланган вақт, дак.	Тортув ҳисоблари асосида йўлнинг нол профили бўйича аниқланган вақт, дак.	Тортув ҳисоблари асосида йўлнинг ҳақиқий профили бўйича аниқланган вақт, дак.
1	10	38,2	38,8	41,3
2	15	25,9	26,3	29,2
3	20	20,0	19,2	24,3
4	25	16,5	16,7	21,1

Юқоридагилар, магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш транспорт жараёнларининг инновацион технологияларини ишлаб чиқиш ва уни амалий қўллаш заруратини кўрсатган.

Диссертациянинг “Манёвр ишларига сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини ҳисоблашнинг алгоритмлари ва дастурий воситаларини ишлаб чиқиш” деб номланган иккинчи боби поезднинг натур варағи асосида вагонларнинг ҳисобий параметрларини аниқлаш, вагонларнинг ҳаракатига ўртача оғирликдаги солиштирма қаршилиқни, нишабликнинг қаршилигини, манёвр ярим рейсларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини ҳисоблашнинг усули, алгоритми ва дастурий воситаларини ишлаб чиқишга бағишланган.

Манёвр ярим рейсларини бажаришга сарфланадиган вақт миқдорини тортув ҳисоблари орқали аниқлашда вагонларнинг ҳисобий параметрларини тўғри танлаш талаб этилади. Маълумки, ярим рейс бажариладиган вагонлар ҳақидаги маълумот поезднинг натур варағидан олинади. Ammo, ушбу варақда вагонларнинг рақами ва уларга юкланган юк миқдори (нетто) келтирилади, яъни вагонларнинг барча ҳисобий параметрлари кўрсатилмайди.

Тадқиқот жараёнида манёвр ярим рейсларини бажариш учун поезднинг натур варағи асосида вагонларнинг ҳисобий параметрларини аниқлашга доир ЭХМ учун дастур ишлаб чиқилган (2-расм). Дастур вагон рақамидagi ҳар бир соннинг мазмунидан келиб чиққан ҳолда манёвр таркибининг қуйидаги ҳисобий параметрларини аниқлайди: m – вагонларнинг умумий сони, вагон; Σq_n – вагонлардаги юкнинг умумий (нетто) оғирлиги, т; $\Sigma K_{o,q}$ – вагонларнинг умумий ўқлари сони, ўқ; Σq_t – вагонларнинг умумий (тара) оғирлиги, т; Σl_v – вагонларнинг умумий узунлиги, м; Σq_{br} – вагонларнинг умумий (брутто) оғирлиги, т; $\Sigma \bar{q}_{o,q}$ – вагонлардан ўққа тушаётган ўртача оғирлик, т.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВАГОНОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВАГОНОВ НА ОСНОВЕ НАТУРНОГО ЛИСТА ПОЕЗДА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАНЕВРОВЫХ ПОЛУРЕЙСОВ

Конвертировать в Excel

п/п	Номер вагона	Вес груза (нетто) т	Число осей, ось	Вес вагона (тара), т	Длина вагона, м	Общий вес ваго	Нагрузка
1	25477852	60	4	24	14,73	84	21
2	79678520	80	8	51	21,25	131	16,375
3	79475620	74	8	48,8	21,12	122,8	15,35
Итого		214	20	123,8	57,1000000000000	337,8	52,725

Calculate

2-расм. “Манёвр ярим рейсларини бажариш учун поезднинг натур варағи асосида вагонларнинг ҳисобий параметрларини аниқлаш” дастурининг ишчи ойнаси

Ишлаб чиқилган дастур унга вагоннинг рақамини нотўғри киритилишига йўл қўймайди, яъни вагон рақами тегишли қонда асосида текширилади ва у нотўғри киритилганда “бундай рақам мавжуд эмас” ёзуви ишчи ойнада намоён бўлади. Тадқиқот натижасида ишлаб чиқилган дастур орқали вагоннинг техник тавсифларини олишнинг ишончлилиги текширилган. Бунда, дастур орқали олинган вагоннинг техник тавсифлари темир йўл транспортида фойдаланилаётган *Winterm* дастури ҳамда онлайн тарзда донмий равишда янгиланиб туриладиган <https://vagon.by/number/> сайти орқали олинган маълумот асосида таққосланган. Натижада, вагоннинг техник тавсифлари учта ҳолат (*Winterm* дастури, <https://vagon.by/number/> сайти ва ишлаб чиқилган дастур)да ҳам бир хил маълумотларни берган ва бу ишлаб чиқилган дастурнинг ишонччилигини тасдиқлаган.

Манёвр ярим рейсларини бажариш учун поезднинг натур варағи асосида вагонларнинг ҳисобий параметрларини аниқлаш вагонларнинг ҳаракатига ўртача оғирликдаги солиштирма қаршиликни (ω_0'') автоматлаштирилган тарзда ҳисоблаш имконини берган.

Маълумки, магистрал темир йўл станцияларида ω_0'' нинг қийматини ҳисоблаш учун вагонларнинг ҳисобий параметрларини 3 та гуруҳга бўлиб ўрганилади:

- ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 4 ўқли вагонлар;
- ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 8 ўқли вагонлар;
- ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан кичик ва тенг бўлган вагонлар.

Юқоридаги ҳар бир гуруҳ учун вагонларнинг куйидаги 4 та ҳисобий параметрлари аниқланади:

1-гуруҳ учун:

1.1. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 4 ўқли вагонларнинг умумий сони:

$$\Sigma m_{br.4}^{q>6} = COUNTIFS(\bar{q}_{o,q}^1; \bar{q}_{o,q}^m; "> 6"; K_{o,q}^1; K_{o,q}^m; "4"), \text{ ваг.} \quad (1)$$

1.2. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 4 ўқли вагонларнинг умумий оғирлиги:

$$\Sigma q_{br.4}^{q>6} = SUMPRODUCT((K_{o,q}^1; K_{o,q}^m=4) * (\bar{q}_{o,q}^1; \bar{q}_{o,q}^m > 6) * q_{br}^1; q_{br}^m), \text{ т.} \quad (2)$$

1.3. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 4 ўқли вагонларнинг умумий ўқлар сони:

$$\Sigma K_{o,q.4}^{q>6} = SUMPRODUCT((K_{o,q}^1; K_{o,q}^m=4) * (\bar{q}_{o,q}^1; \bar{q}_{o,q}^m > 6) * K_{o,q}^1; K_{o,q}^m), \text{ ўк.} \quad (3)$$

1.4. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 4 ўқли вагонларнинг ўқларига тушаётган ўртача оғирлик:

$$\bar{q}_{br.4}^{q>6} = \frac{\Sigma q_{br.4}^{q>6}}{\Sigma K_{o,q.4}^{q>6}}, \text{ т.} \quad (4)$$

2-гуруҳ учун:

2.1. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 8 ўқли вагонларнинг умумий сони:

$$\Sigma m_{br.8}^{q>6} = COUNTIFS(\bar{q}_{o,q}^1; \bar{q}_{o,q}^m; "> 6"; K_{o,q}^1; K_{o,q}^m; "8"), \text{ ваг.} \quad (5)$$

2.2. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 8 ўқли вагонларнинг умумий оғирлиги:

$$\Sigma q_{br.8}^{q>6} = SUMPRODUCT((K_{o,q}^1; K_{o,q}^m=8) * (\bar{q}_{o,q}^1; \bar{q}_{o,q}^m > 6) * q_{br}^1; q_{br}^m), \text{ т.} \quad (6)$$

2.3. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 8 ўқли вагонларнинг умумий ўқлари сони:

$$\Sigma K_{o,q.8}^{q>6} = SUMPRODUCT((K_{o,q}^1; K_{o,q}^m=8) * (\bar{q}_{o,q}^1; \bar{q}_{o,q}^m > 6) * K_{o,q}^1; K_{o,q}^m), \text{ ўк.} \quad (7)$$

2.4. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан катта бўлган 8 ўқли вагонларнинг ўқларига тушаётган ўртача оғирлик:

$$\bar{q}_{br.8}^{q>6} = \frac{\Sigma q_{br.8}^{q>6}}{\Sigma K_{o,q.8}^{q>6}}, \text{ т.} \quad (8)$$

3-гуруҳ учун:

3.1. Ўққа тушаётган оғирлиги 6 т дан кичик ва тенг бўлган вагонларнинг умумий сони:

$$\Sigma m_{br}^{q \leq 6} = COUNTIFS(\bar{q}_{o,q}^1; \bar{q}_{o,q}^m; "\leq 6"), \text{ ваг.} \quad (9)$$

3.2. Ўққа тушаётган оғирлиги $6 m$ дан кичик ва тенг бўлган вагонларнинг умумий оғирлиги:

$$\Sigma q_{br}^{q \leq 6} = \text{SUMPRODUCT}((\bar{q}_{o'q}^1 \cdot \bar{q}_{o'q}^m \leq 6) * q_{br}^1 : q_{br}^m), \text{ т.} \quad (10)$$

3.3. Ўққа тушаётган оғирлиги $6 m$ дан кичик ва тенг бўлган вагонларнинг умумий ўқлар сони:

$$\Sigma K_{o'q}^{q \leq 6} = \text{SUMPRODUCT}((\bar{q}_{o'q}^1 \cdot \bar{q}_{o'q}^m \leq 6) * K_{o'q}^1 : K_{o'q}^m), \text{ ўқ.} \quad (11)$$

3.4. Ўққа тушаётган оғирлиги $6 m$ дан кичик ва тенг бўлган вагонларнинг ўқларига тушаётган ўртача оғирлик:

$$\bar{q}_{br}^{q \leq 6} = \frac{\Sigma q_{br}^{q \leq 6}}{\Sigma K_{o'q}^{q \leq 6}}, \text{ т.} \quad (12)$$

Ҳар бир u -гурухдаги ($u=1, 2, 3$) вагонларнинг ҳисобий параметрлари асосида манёвр ҳаракат таркибининг ҳар қандай тезлиги (12 учун вагонларнинг ҳаракатидаги асосий солиштирма қаршилик қуйидагича ҳисобланади:

1-гурух учун:

$$\omega_{a.4}^{(q>6)} = 0,7 + \frac{3+0,1 \cdot v+0,0025 \cdot v^2}{\bar{q}_{br.4}^{q>6}}, \text{ Н/кН;} \quad (13)$$

2- гурух учун:

$$\omega_{a.8}^{(q>6)} = 0,7 + \frac{6+0,038 \cdot v+0,0021 \cdot v^2}{\bar{q}_{br.8}^{q>6}}, \text{ Н/кН;} \quad (14)$$

3- гурух учун:

$$\omega_a^{(q \leq 6)} = 1,0 + 0,044 \cdot v + 0,00024 \cdot v^2, \text{ Н/кН} \quad (15)$$

Шундай қилиб, вагонларнинг ҳаракатидаги ўртача оғирликдаги асосий солиштирма қаршилик қуйидаги ифода асосида аниқланади:

$$\omega_a'' = \frac{\omega_{a.4}^{(q>6)} \cdot \Sigma q_{br.4}^{q>6} + \omega_{a.8}^{(q>6)} \cdot \Sigma q_{br.8}^{q>6} + \omega_a^{(q \leq 6)} \cdot \Sigma q_{br}^{q \leq 6}}{\Sigma q_{br}}, \text{ Н/кН.} \quad (16)$$

Юқорида келтирилган ифода ва шартлар асосида манёвр ярим рейслари бажарилишида иштирок этадиган вагон(лар)нинг ҳисобий параметрларини аниқлаш тортув ҳисобларини бажаришда вагонларнинг ҳаракатига ўртача оғирликдаги асосий солиштирма қаршиликни тўғри ҳисоблаш имконини берган.

Манёвр ишлари турли нишабликдаги йўлда бажарилганда манёвр таркибининг ҳаракатига нишабликнинг қаршилигини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган. Бунда нишабликнинг қиймати йўлнинг функцияси сифатида қуйидагича аниқланади

$$i(s) = \begin{cases} 0, & 0 < s < L_j; \\ i_j, & L_j < s < L_{j+1}. \end{cases} \quad (17)$$

Йўл профилининг тавсифлари қуйидаги иккита параметр орқали аниқланади:

- горизонтал чизик бўйлаб йўл узунлигининг проекцияси L_j ;
- тегишли нишабликнинг қиймати i_j .

Ҳар бир йўл профилининг боши ва охириги координаталарини белгилаш асосида ҳар қандай нуктанинг координатаси қуйидаги функция орқали аниқланади:

$$i = \begin{cases} i_1, \text{ агар } 0 < S < L_1; \\ i_2, \text{ агар } L_1 < S < L_2; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ i_n, \text{ агар } L_{n-1} < S < L_n. \end{cases} \quad (18)$$

Локомотив марказининг координата бошидан қанча масофада жойлашганлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$S_L = S_{\Pi i} + \sum_{j=1}^{n/2} l_{Bj} + \frac{L_n}{2}, \text{ м.} \quad (19)$$

k -вагон марказининг координата бошидан қанча масофада жойлашганлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$S_K^B = S_L - \sum_{j=1}^{n-K} l_{Bj}, \text{ м.} \quad (20)$$

Манёвр таркибининг ҳаракатига нишабликнинг қаршиги ҳар бир нишаблик қийматини унга тўғри келаётган оғирликка кўпайтириш орқали қуйидагича аниқланади:

$$W_{\text{ниш.}}^B = \sum_{j=1}^m m_{Bj} \cdot i_j, \text{ Н.} \quad (21)$$

Локомотивнинг ҳаракатига нишабликнинг қаршиги мос нишаблик қийматини локомотив оғирлигига кўпайтириш орқали қуйидагича аниқланади:

$$W_{\text{укл.}}^L = m_L \cdot i_L, \text{ Н.} \quad (22)$$

Натижада, манёвр ярим рейсларини бажаришга сарфланадиган вақтни аниқлаш усули вагонларнинг ҳисобий параметрларидан келиб чиққан ҳолда ҳаракат таркибининг ҳаракатига солиштирма қаршилиқ ва нишабликнинг қаршилиги таъсирини тўғри ҳисобга олиб такомиллаштирилган. Булар асосида, манёвр ярим рейсларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилғи миқдорини ҳисоблаш учун дастур ишлаб чиқилган. Ушбу дастурдан <https://trainresapp.netlify.app/> сайти орқали фойдаланиш мумкин. Дастурдаги бошланғич маълумотларни <http://trainresapp.herokuapp.com/admin/> хаволаси орқали маъмурият рухсати билан янгилаш мумкин.

Диссертациянинг **“Манёвр ишларини меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизимини ишлаб чиқиш ва амалий қўллалаш”** деб номланган учинчи боби режалаштирилаётган ишлари ҳажмидан келиб чиққан ҳолда манёвр локомотивларининг сонини автоматлаштирилган тарзда ҳисоблаш учун дастурий таъминотлар ишлаб чиқиш, манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилғи миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизими яратиш ва уни тажрибада синашга бағишланган.

Темир йўл станцияларида ҳар бир манёвр ярим рейсни бажаришга сарфланадиган умумий вақт (T_{yar}) манёвр таркибининг юриш вақти (T_{yur}) ва қўшимча амалларни бажаришга сарфланадиган вақтдан (T_q) ташкил топади:

$$T_{\text{yar}} = T_{\text{yur}} + T_q, \text{ дак.} \quad (23)$$

Бунда T_{yur} ва унга сарфланадиган ёкилги миқдори (G_{yur}) 2-бобда ишлаб чиқилган дастурдан фойдаланган ҳолда тортиш ҳисоблари асосида аниқланган. T_q нинг миқдори манёвр таркибига вагонларни улаш, ундан узиш каби бир нечта технологик амалларга сарфланадиган вақтлар йиғиндисидан ташкил топади. Тадқиқот жараёнида манёвр таркибига вагонларни улаш ва узишга сарфланадиган вақт миқдорини аниқлаш учун дастур ишлаб чиқилган.

Манёвр локомотивининг қўшимча амалларни бажаришда сарфланадиган ёкилги миқдори (G_q) унинг техник тавсифидан олинади. Масалан, ТЭМ-2 русумли манёвр локомотиви қўшимча амалларни бажаришда бир соатда 6 кг ёкилги сарфлаши белгиланган. Ҳар бир манёвр ярим рейсни бажаришга сарфланадиган ёкилгининг умумий миқдори (G_{yur}) қуйидагича аниқланади:

$$G_{yur} = G_{yur} + G_q, \text{ кг.} \quad (24)$$

Бунда муайян станцияга тааллуқли бўлган манёвр ишларини бажаришга доир зарурий қўшимча кўрсатмаларни “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ темир йўл станцияларининг техникавий-бошқарув далолатномасини тузиш бўйича Йўриқнома” асосида тузилган тегишли станциянинг техникавий-бошқарув далолатномасидан олинади. Диссертация муаллифи мазкур ҳужжатни қайта ишлаб чиқишда иштирок этди ва муаллиф томонидан ишлаб чиқилган янги зарурий қўшимча кўрсатмалар ушбу Йўриқноманинг 3-боби ҳамда иловасига киритилган.

Тадқиқот жараёнида темир йўл станциялари йўл хусусиятлари, таркиб огирлиги, иқлим шароитлари ва локомотив туридан келиб чиққан ҳолда манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёкилги миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизими яратилган, ушбу тизимнинг ишчи ойнаси 3-расмда кўрсатилган.

Автоматизируемая система индивидуального меъёрлашнинг функциональные возможности в области составления и расчета техни...

Файл: Справка

Характеристика объекта

Добавить строку | Удалить строку

№ п/п | Код объекта | Объект

Характеристика маневрового локомотива

Добавить строку | Удалить строку

№ п/п | Код локомотива | Локомотива | Примечание

Характеристика маневровой работы

Добавить строку | Удалить строку

№ п/п | Код работы | Наименование работы

Характеристика маневровой бригады

Добавить строку | Удалить строку

№ табеля | Фамилия | Имя | Отчество

Экспорт в Excel

Рассчитать эффективность выполнения маневровой работы в разное время суток

Очистить | Архивировать

Код	Наименование объекта	Код	Наименование локомотива	Время движения без вагонов, с	Время движения с вагоном, с	Расход топлива без вагонов, кг	Расход топлива с вагоном, кг
1	A	3	T	200		2,10	
1	A	4	T	220		2,30	
1	A	5	T	210		2,20	
1	A	9	T	215		2,21	

Система индивидуального меъёрлашнинг асосий параметрлари:

Гарабачи: Арслан Назаров Мукарромович,
Султонали Шайхатов Маъмурович,
Худайберди Биромов тўғрисида,
Худайберди Ҳасанов Умарович тўғрисида.

3-расм. Манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёкилги миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизимининг ишчи ойнаси

Ишлаб чиқилган манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизими “Чукурсой” станциясида синовдан ўтказилган (2-жадвал). 2-жадвалдан кўришиб турибдики, манёвр ярим рейсларини бажаришга сарфланадиган вақт бўйича нисбий ҳатолик 3% ва ёқилги сарфи бўйича 6% ни ташкил этган.

2-жадвал

**Ишлаб чиқилган автоматлаштирилган тизимни
“Чукурсой” станциясида синовдан ўтказишнинг натижавий кўрсаткичлари**

Т/р	Бажаришга и амаллар номи	Юрган вақти, дак	Туриш вақти, дак	Амалда сарфланган вақт, дак	Ишлаб чиқилган тизимда хисобланган и вақт, дак	Ишлаб чиқилган тизимда хисобланган ёқилги, кг	Вагонлар сони	Вагондаги юк опирлиги, т
1	50-йўлдан 36-йўлга	9	3	12,0	13,8	2,50	0/6	132
2	36-йўлдан 34-йўлга	8	0,5	8,5	7,4	2,38	-	-
3	34-йўлдан 35-йўлга	12	0,5	12,5	10,6	2,99	1	80
...
25	ИПАК “Шарк” дан 36-йўлга	15	5	20,0	21,6	6,96	4	228
	Жами	254	59,5	313,5	305,6	122,87	36/10	3060

Амалдаги ёқилги сарфи 130 кг ни ташкил этган. Бу бақдаги ёқилгини смена боши ва охирида махсус линейка билан ўлчаш орқали аниқланган. Бунда, махсус линейкадаги кўрсаткичлар ҳар бир 25 кг бўйича бўлинганлигини ҳисобга олган ҳолда ёқилгининг нисбий ҳатолиги рухсат этилган даражада деб қабул қилинган. Булар, манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизимининг ишончлигини кўрсатган.

Тошкент “Минтақавий темир йўл узели” УКга қаршли станциялар орасидан “Тўқимачи” станциясида манёвр ишларида ҳар ой лимитдан ўртача 12% кўп ёқилги сарфланаётганлиги аниқланган ва ушбу станцияга ишлаб чиқилган автоматлаштирилган тизим жорий этилган. Натижада, ёқилги сарфини меъёрлаш ва назорат қилишда инсон омилини камайтириш орқали ёқилги сарфини 6% га камайтириш имконини берган.

Диссертациянинг **“Темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этишнинг техникавий ва технологик ечимларини тадқиқ этиш”** деб номланган тўртинчи боби саралаш тепалигида ишлайдиган манёвр локомотивларининг мақбул турини танлаш, кам харажатли тортув ҳаракат таркибини темир йўл станциясидаги манёвр ишларида қўллашнинг самарадорлигини баҳолаш, ўзгармас ҳаракат графиги шароитида юк поездлари таркибини тўлдириш мақсадида таркибларни саралаш навбатини танлаш ва поезд таркибидаги вагонлар гуруҳини иккита йўналишга ажратиб бўйича манёвр ишларини ташкил этиш технологиясини ривожлантиришга бағишланган.

Жаҳон амалиётида кам ҳажмда ишлар бажариладиган станцияларда қўл келадиган тортув ҳаракат воситаси сифатида локомобиллардан фойдаланилмоқда. Локомобиллар – станция ичидаги манёвр ва бошқа ишларда темир йўл релси билан бирга автомобил йўлида ҳам ҳаракатланувчи техник воситадир. Тадқиқот жараёнида локомобилнинг вагон тортиш қобилиятини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилди. “Тўқимачи” станцияси мисолида катта қувватли манёвр локомотивини локомобилга алмаштириш самарадорлиги ҳисобланди (3-жадвал).

3-жадвал

Бир смена давомида локомобил ва локомотивлардан фойдаланишнинг натижавий кўрсаткичлари

Т/р	Кўрсаткичлар	Mercedes-Benz Unimog локомобили	ТЭМ-2 манёвр локомотиви	Фарқи
1	Манёвр ишларига сарфланадиган вақт, дак	544	683	139
2	Ёқилги сарфи, кг	57	78	21
3	Фойдаланиладиган мой, кг	0,5	2	1,5

Натижада, манёвр локомотивлари паркинни янгилаш зарурати устувор бўлган станцияларни танлаш ва улардаги тортув ҳаракат таркибларининг мақбул турини ажратиб олиш ва техник-иктисодий асослашнинг янги ёндашуви иш ҳажми ва турини эътиборга олиб ишлаб чиқилган. Бу ўз навбатида, манёвр локомотивлари ишчи паркидан самарали фойдаланиш, саралаш тепалигининг вагонларни қайта ишлаш қобилиятини ошириш ва харид қилиниши мумкин бўлган тортув ҳаракат таркибларининг қўлланиш доирасини асослаш имконини берган.

Ҳозирги кунда “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ бошқарув раисининг 2021 йил 4 майдаги “Поездлар ҳаракати жадвалини режалаштиришга босқичма-босқич ўтиш ва уни бажариш тўғрисида”ги 481-Н-сонли буйруғи асосида барча диспетчерлик участкаларида 12 соатлик сменали поездлар ҳаракати графигига (ўзгармас график) босқичма-босқич ўтмоқда. Бунда, ўзгармас график шаронтида юк поездининг жўнаши маълум бир вақтларга боғлиқ бўлганлиги сабабли саралаш паркиннинг йўллари вагонлар билан тўлиб қолиш ҳолатлари кузатилмоқда. Бунинг олдини олиш мақсадида ўзгарувчан ва ўзгармас графиклар асосида поездларни тузиш технологик жараёни хусусиятларининг ўзгаришларини ҳисобга олиб, саралаш парки йўлларида оқилона фойдаланиш ва саралаш навбатини танлаш бўйича комплекс амалий тадбирлар ишлаб чиқилган.

Таркибларга ишлов беришнинг ҳар бир варианты тарқатилишнинг танланган навбати $X^{(t)}$ билан тавсифланади. Умумий ҳолда таркиб тарқатилиш навбатини танлаш масаласининг модели қуйидагича бўлади

$$C = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^z N_{ij}(X^{(t)}) \cdot T_j(X^{(t)}) \rightarrow \min_{X^{(t)}} \quad (25)$$

бу ерда $N_{ij}(X^{(t)})$ – j -чи таркибни тарқатиш пайтидаги i -чи тайинланмадаги вагонлар сони, ваг.:

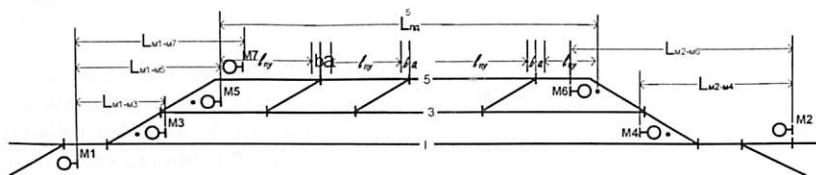
$T_j(X^{(t)})$ – j -чи таркибни таркатиш давомийлиги, соат;

z, k – мос равишда, тайинланмалар ва таркиблар сони.

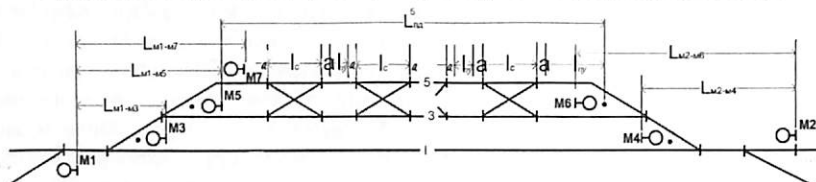
Тадқиқот натижалари бўйича ишлаб чиқилган ЭХМ учун дастурни “Чукурсой” станциясига қўллаш тузилаётган таркибларнинг ўртача оғирлигини қўпайтириш, саралаш парк иўлларнинг бандлигини камайтириш ва вагонларнинг туриб қолиш вақтини 7% га қисқартириш имконини берган.

“Ўзбекистон темир йўллари” АЖда манёвр тепловозлари бириктириб қўйилган 96 та станциянинг 31 тасида (32%) иккита ва ундан кўпроқ манёвр локомотивлари мавжуд. “Назарбек” юк станциясида 31 вагондан иборат бўлган таркибни икки йўналишда (“жуфт” ва “тоқ”) ажратиш учун иккита манёвр локомотиви ишлайди. Ушбу амалларни бажариш учун биринчи манёвр локомотиви 103 дақиқа, иккинчиси 115 дақиқа сарфлайди, биринчи манёвр локомотиви учун босиб ўтилган масофа 5871 м ни ва иккинчиси учун 6257 м ни ташкил этади.

Манёвр қилинаётган таркибнинг босиб ўтадиган йўлини қисқартириш ва унинг “бефойда” йўл босиб ўтишини камайтириш мақсадида станция йўллари техник жиҳозланганлигининг икки варианты тавсия этилди: биринчиси икки йўлни алоҳида секцияларга бир томонлама ажратиш (4-расм); иккинчиси икки йўлни алоҳида секцияларга икки томонлама ажратиш (5-расм). Локомотив катновида, шунингдек вагонлар ва таркиблар жойини ўзгартиришда бажариладиган ҳар бир алоҳида ярим рейснинг давомийлиги ишлаб чиқилган дастур асосида аниқланди.



4-расм. Икки йўлни алоҳида секцияларга бир томонлама ажратиш схемаси



5-расм. Икки йўлни алоҳида секцияларга икки томонлама ажратиш схемаси

Икки йўналишга вагонларни жамлаш амалини умумий бажарилиш давомийлиги асосан таркибдаги вагонлар сони (m_p) ва ажратмалар сонига (n_{ajr}) боғлиқ. Жуфт йўналишдаги вагонларни x , тоқ йўналишдагиларини y ва вагоннинг тартиб рақамини k деб белгилаймиз. Ана шунда, олдинма-кетин жойлашган вагонларнинг бир турлигини ва ҳар хил турлилигини қуйидаги ифодага биноан аниқлаш мумкин.

$$y_{k+1} - x_k = \begin{cases} 1, & \text{турли хилдаги;} \\ 0, & \text{бир турдаги.} \end{cases} \quad (26)$$

Шундан келиб чикиб, $n_{\text{ажр}}$ кийматини аниқлаш мумкин бўлади:

$$n_{\text{ажр}} = \sum_{k=1}^{m_n} (y_{k+1} - x_k). \quad (27)$$

Станция йўлларини қайта жиҳозлашнинг таклиф этилаётган вариантларида секциялар сони (n_c) гуруҳдаги вагонларнинг ўртача катталигига ва уларнинг сонига боғлиқ.

Биринчи вариант бўйича фойдали участканинг умумий узунлигини куйидаги ифодага кўра аниқлаш мумкин:

$$\sum l_{\text{фy1}} = L_{\text{пл}} - (\sum a + \sum b), \text{ м.} \quad (28)$$

Иккинчи вариант бўйича фойдали участканинг умумий узунлигини куйидаги ифодага кўра аниқлаш мумкин:

$$\sum l_{\text{фy2}} = L_{\text{пл}} - (\sum a + \sum l_c), \text{ м.} \quad (29)$$

Қайд этиш лозимки, станция йўлларини қайта жиҳозлашнинг таклиф этилаётган ҳар иккала варианты манёвр таркиби босиб ўтадиган “фойдасиз” йўлни қискартиришга замин яратган.

Тадқиқот жараёнида, вагонлар гуруҳини иккита йўналишга ажратиш бўйича манёвр ишларини бажаришнинг технологик ечимлари станция йўлларининг мақбул схемасини танлаб олиш асосида ишлаб чиқилган. Натижада, вагонларнинг темир йўл объектларига узатилишини кутиш вақтини камайтириш, вагонларни иккита гуруҳга жамлаш вақтини 15% га ва ундаги манёвр локомотиви босиб ўтадиган йўлни 24% га қискартиришга эришилган.

Диссертациянинг “**Инновацион технологиялар асосида манёвр локомотивларидан фойдаланиш кўрсаткичларини яхшилаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш**” деб номланган бешинчи боби манёвр локомотивлари бандлигининг шохобча йўлларининг ортиш-тушириш фронтларини максимал қайта ишлаш ҳажмига таъсирини баҳолаш, “Тарқалиш ва чегаралар” усули асосида темир йўл станцияларидаги манёвр локомотивларидан фойдаланишни режалаштиришнинг математик моделини ишлаб чиқиш, тортув бирликлари ҳаракатини тезкор тартибга солиш усулини автоматлаштириш, манёвр локомотивлари билан юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатиш усули ишлаб чиқилган ва уни қўллаш бўйича тавсиялар беришга бағишланган.

Битта ортиш-тушириш фронтида хизмат кўрсатиш циклининг давомийлиги куйидаги ифода билан аниқланади:

$$T_{ts}^i = T_{uzat}^i + T_{otr/tush}^i + T_{olib}^i, \text{ дақ.} \quad (30)$$

бу ерда T_{uzat}^i – вагонларни i -чи юк объектига етказиб бериш давомийлиги, дақ.;

$T_{otr/tush}^i$ – i -чи юк объектида вагонларни ортиш ва тушириш давомийлиги, дақ.;

T_{ub}^i – вагонларни i -чи юк объектдан олиб чиқиш давомийлиги, дак.

i -чи юк объектига вагонларни етказиб бериш ва олиб чиқишнинг тахминий сонини куйидаги ифода билан аниқлаш мумкин (натижада олинган киймат 0,5 бирлик билан яхлитланади):

$$N_f^i = \frac{(1440 - T_{tex})}{T_{ts}^i}, \text{ маротаба} \quad (31)$$

бу ерда T_{tex} – инфратузилмани текшириш учун технологик танаффусларнинг давомийлиги, дак.

i -чи ортиш ва тушириш фронтининг максимал қайта ишлаш ҳажми куйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$U_f^i = N_f^i \cdot m_{uzat}^i, \text{ ваг.} \quad (32)$$

бу ерда m_{uzat}^i – битта етказиб беришдаги вагонлар сони, ваг.

(30) ифода вагонларни узатиш ва олиб чиқиш амаллари давомийлигини қискартириш мумкин эмаслигини кўрсатади. Булар, ўз навбатида, шохобча йўлларининг ортиш-тушириш фронтларини максимал қайта ишлаш ҳажминини аниқлашда манёвр локомотивлари бандлигини ҳисобга олиш заруратини илмий асослайди.

Манёвр локомотивлари билан юк объектларига хизмат кўрсатишни режалаштириш жараёнида йўл-йўлакай маршрутларни бирлаштириш имконияти аниқланади. Бирлаштириш учун қаралаётган иш параметрларини куйидагича белгилайган:

M_i – i -ишнинг пайдо бўлиш momenti (ушбу моментдан бошлаб уни бажариш мумкин);

t_i – i -ишни бажариш давомийлиги;

M_i^{kp} – i -иш тугашининг рухсат этилган (критик) momenti;

$||C_{ik}||$ – i - ва k -ишларни бажариш пунктлари орасидаги юриш вақтларининг матрицаси, ($i, k = 1, 2, \dots, N; i \neq k$);

A_1, A_2, \dots, A_N – бажариладиган ишлар кетма-кетлиги, $A_i = \{M_i, t_i, M_i^{kp}\}$;

S – $\{i_1, i_2, \dots, i_N\}$ ишларнинг бажарилиш рақами;

M_k – локомотивнинг ишга тайёр бўлган momenti;

Z_i – i -ишга локомотивнинг кечикиши (агар у иш биринчи бошланса);

Z_{ik} – k -ишга кечикиш (агар у иш i -ишдан кейин бошланса);

$Z_{i_1 i_2 \dots i_r}$ – i -ишга кечикиш (агар у i_1, i_2, \dots, i_{r-1} ишларни бажаргандан сўнг бошланса).

Агар

$$P_{ik} = Z_i + M_i + t_i + c_{ik} - M_k. \quad (33)$$

бўлса, унда

$$Z_i = \max\{0, M + c_{ik} - M_k\} \quad (34)$$

$$Z_{ik} = \max\{0, P_{ik}\} \quad (35)$$

$$Z_{i_1 i_2 \dots i_r} = \max\{0, Z_{i_1 i_2 \dots i_{r-1}} + P_{i_{r-1} i_r} - Z_{i_{r-1}}\}. \quad (36)$$

$$\sum_{r=1}^N Z_{i_1 i_2 \dots i_r} = \sum_{r=1}^N Z_i + (N-1) \times (Z_{i_1 i_2} - Z_{i_2}) + (N-2)(Z_{i_1 i_2} - Z_{i_3}) + \dots + (N-k)(Z_{i_k i_{k+1}} - Z_{i_{k+1}}) + \dots + (Z_{i_{N-1} i_N}) + Z_{i_N}. \quad (37)$$

Юқоридаги (37) ифодани оптималлаштириш мезони сифатида олиб, унинг қийматини минималлаштириш учун “Тарқалиш ва чегаралар” усулидан фойдаланилган. Бунда тармоқлиниш жараёнида юзага келадиган маршрутларнинг кичик тўплamlарини баҳолаш учун матрица қурилади:

$$M_0 = \|a_{ri}\| = \|Z_{ri} - Z_i\|. \quad (38)$$

Унинг максал функцияси қуйидагича бўлади:

$$Z = C_0 + \sum_{k=1}^{N-1} (N-k) a_{i_k i_{k+1}} \rightarrow \min \quad (39)$$

ва ишларни бирлаштириш масаласи $a_{i_k i_{k+1}}$ нинг оптимал қийматини танлаш билан яқунланади. Шундай қилиб, темир йўл станцияларидаги манёвр локомотивлардан фойдаланишни режалаштиришнинг математик модели ишлаб чиқилган.

Манёвр локомотивлари худудий туманларга бириктирилмаган ҳолда ишлаганида темир йўл станцияларида манёвр локомотивлари захира йўл босиб ўтишларини камайтириш усулини ишлаб чиқиш масаласи юзага келади. Ушбу ҳолат бўйича транспорт масаласини ишлаб чиқамиз. Манёвр локомотивларини мувофиқлаштиришнинг режасини тузиш талаб этилади, унда локомотив-километрлардаги захира босиб ўтилган йўлнинг умумий харажатлари минимал бўлсин. Бу режа сатрлари манёвр локомотивлари ортиқча бўлган (бўшаган) юк объектларига, устунлари – манёвр локомотивларига мухтож юк объектларига (4-жадвал) мувофиқ бўлган жадвал (матрица) кўринишида тақдим этилади.

4-жадвал
Манёвр локомотивлари захира босиб ўтган йўлни камайтириш усулини ишлаб чиқиш учун транспорт масаласи матрицаси

	1	2	...	<i>j</i>	...	<i>n</i>	
1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	...	C_{1j} X_{1j}	...	C_{1n} X_{1n}	a_1
2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	...	C_{2j} X_{2j}	...	C_{2n} X_{2n}	a_2
...
<i>i</i>	C_{i1} X_{i1}	C_{i2} X_{i2}	...	C_{ij} X_{ij}	...	C_{in} X_{in}	a_i
...
<i>m</i>	C_{m1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}	...	C_{mj} X_{mj}	...	C_{mn} X_{mn}	a_m
	b_1	b_2	...	b_j	...	b_n	

4-жадвалда чап тарафида манёвр локомотивлари иш кутиб турган юк объектларининг рақамлари: 1, 2, ..., *i*, ..., *m*; юқориснда – манёвр локомотивларига мухтож юк объектлари рақамлари кўйиб чиқилган: 1, 2, ..., *j*, ..., *n*; ўнг томонида – ҳар бир юк объектидаги манёвр локомотивларининг ортиқча сони: a_1, a_2, \dots, a_m , пастида – ҳар бир юк объекти бўйича етишмай турган локомотивлар сони белгиланган b_1, b_2, \dots, b_n .

Сатр ва устун кесишувида жойлашган матрицанинг ҳар бир элементи манёвр локомотивлари етишмовчилиги мавжуд бўлган юк объектига жўнатилиш эҳтимолини англатади. Умумий ҳолда юк объекти *i* дан

жўнатилган манёвр локомотивлари сони юк объекти j га сони x_{ij} деб ифодаланеди. Ҳар бир катакнинг юкори чап бурчагида юк объектлари орасидаги масофа c_{ij} кўйиб чиқилган. Манёвр локомотивининг ортикча локомотивлари бўлган юк объектдан улар етишмаётган юк объектига ҳаракатланишларига локомотив-километрда ифодаланган харажатлар $c_{ij}x_{ij}$ кўпайтмалари билан билан ифодаланеди. Умумий кўринишда ҳал қилишнинг Симплекс усулига асосланган чизикли дастурлаш бўйича транспорт масаласи қуйидагича шакллантирилади:

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min, \quad (40)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= a_i, \quad (i=1, 2, \dots, m); \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= b_j, \quad (j=1, 2, \dots, n). \end{aligned} \right\} \quad (41)$$

Шундай қилиб, темир йўл станцияларидаги тортув ҳаракат таркибларини тезкор таксимлашнинг алгоритми, инструментал воситаси ва усули ишлаб чиқилган.

Манёвр локомотиви ҳудудий туманларга бириктирилган ҳолда ишлаганида улар томонидан юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатиш масаласи юзага келади. Ушбу масалани “Коммивояжер” усулини қўллаш асосида ҳал қилиш имконияти тадқиқ этилди. Бунда, манёвр локомотивлари билан юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатишдаги маршрутнинг минимал узунлигини излаш қуйидаги мақсад функция орқали аниқланади:

$$F(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min, \quad (42)$$

бунда қуйидаги чегаралар мавжуд:

– манёвр локомотив i юк фронтдан j юк фронтга боради ёки бормайди:
 $x_{ij}=0$ ёки $1, i, j=1, 2, \dots, n, i \neq j;$ (43)

– манёвр локомотиви i юк фронтдан бир марта чиқади:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j=1, 2, \dots, n; \quad (44)$$

– манёвр локомотиви j юк фронтга бир марта киради:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i=1, 2, \dots, n. \quad (45)$$

Манёвр локомотивининг жўнатилган юк объектига қайтиб келиш шарти қуйидагича ифодаланеди:

$$v_i - v_j + (n-1)x_{ij} \leq n-2, i, j=2, \dots, n, i \neq j. \quad (46)$$

Шундай қилиб, темир йўл станцияларидаги манёвр локомотивлари билан юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатишнинг усули ишлаб чиқилган. Амалиётда темир йўл станцияларидаги манёвр

локомотивлари билан юк объектларига хизмат кўрсатиш тегишли ходимларнинг тажрибаси асосида амалга оширилади. Ушбу ходим станциянинг схемасига қарайди ва бир-бирига яқин бўлган юк объектлари бўйича кетма-кетликда хизмат кўрсатишни режалаштиради. Ишлаб чиқилган усулни татбиқ этиш натижасида манёвр локомотивлари юкланганлигини камайтириш, ёқилги сарфини қисқартириш ва манёвр таркибининг юк фронтлариаро юриш масофасини 13% қисқартиришга эришилган.

ХУЛОСА

“Магистрал ва саноат темир йўл станцияларида манёвр ишларини ташкил этиш транспорт жараёнларининг инновацион технологиялари” мавзусидаги фан доктори (DSc) диссертацияси бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилган:

1. Вагонларнинг ҳисобий параметрларидан келиб чиққан ҳолда тортув бирликлари таркибини ҳаракатига солиштирма қаршилиқ ва нишабликнинг қаршилиги таъсирини ҳисобга олган ҳолда манёвр рейсларини бажаришга сарфланадиган вақтни аниқлаш усули такомиллаштирилган. Натижада, манёвр рейсларини бажаришга сарфланадиган вақт давомийлиги ва ёқилги миқдорини аниқлаш алгоритми ва дастурий таъминотларини ишлаб чиқиш имкони яратилган.

2. Темир йўл станциялари йўл хусусиятлари, таркиб огирлиги, иқлим шароитлари ва локомотив туридан келиб чиққан ҳолда манёвр ишларини бажаришга сарфланадиган вақт ва ёқилги миқдорини индивидуал меъёрлашнинг автоматлаштирилган тизими яратилган. Натижада, ёқилгини харид қилиш харажатларини ҳисоблаш, манёвр локомотивларини экипировка қилиш графигини ишлаб чиқиш, ёқилги сарфини меъёрлаш ва назорат қилишда инсон омилини камайтириш орқали ёқилги сарфини 6% га қисқартиришга эришилган.

3. Манёвр локомотивлари паркинни янгилаш зарурати устувор бўлган станцияларни танлаш ва улардаги тортув ҳаракат таркибларининг рационал турини ажратиб олиш ва техник-иқтисодий асослашнинг янги ёндашуви ишлаб чиқилган. Тадқиқот натижалари манёвр локомотивлари ишчи паркидан самарали фойдаланиш, саралаш тепалигининг вагонларни қайта ишлаш қобилиятини ошириш ва харид қилиниши мумкин бўлган тортув ҳаракат таркибларининг қўлланиш доирасини асослаш имконини берган.

4. Ўзгарувчан ва ўзгармас графиклар асосида поездларни тузиш технологик жараёни хусусиятларининг ўзгаришларини ҳисобга олган ҳолда тепалик ости парки йўлларида оқилона фойдаланиш ва саралаш навбатини танлаш бўйича комплекс амалий тадбирлар ишлаб чиқилган. Тадқиқот натижаларини амалиётга қўллаш тузилаётган таркибларнинг ўртача огирлигини кўпайтириш, саралаш парки йўлларнинг бандлигини камайтириш ва вагонларнинг туриб қолиш вақтини 7% га қисқартириш имконини берган.

5. Таркибдаги узилмаларнинг кетма-кет жойлаштириш ва станция йўллари раціонал схемасини танлаш тадбирлари асосида вагонлар гуруҳини иккита йўналишга ажратиш бўйича манёвр ишларининг инновацион технологияси ишлаб чиқилган. Натижада, вагонларнинг темир йўл объектларига узатилишини кутиш вақтини камайтириш, вагонларни иккита гуруҳга жамлаш вақтини 15% га ва ундаги манёвр локомотиви босиб ўтадиган йўлни 24% га қисқартиришга эришилган.

6. Локомотивларнинг хизмат кўрсатиш вақтини минималлаштириш ва йўл-йўлакай маршрутларни бирлаштириш имкониятини ҳисобга олган ҳолда темир йўл станцияларидаги манёвр локомотивлардан унумли фойдаланишни режалаштиришнинг математик модели ишлаб чиқилган. Натижада бир йўналишдаги юк объектларига тақсимланадиган ишларни бирлаштириш, йўл-йўлакай вагонларни бир узатма орқали етказиб бериш ва манёвр локомотивларининг тортиш кучидан самарали фойдаланиш имконини берган.

7. Манёвр локомотивларининг захира юришини минималлаштириш ва самарали қарор қабул қилиш жараёнини рақамлаштириш мақсадида темир йўл станцияларидаги тортув ҳаракат таркибларини тезкор тақсимлаш илғор усули ишлаб чиқилган. Натижада, манёвр локомотивлари бўш юриш вақти ва масофасини камайтириш, вагонларнинг туриб қолиш вақтини минималлаштириш ва вагонлар айланмасини тезлаштириш, манёвр локомотивлари ҳаракатини ташкил этиш бўйича тезкор қарор қабул қилиш имкони яратилган.

8. Узатишлар графигини режалаштириш ва локомотивларнинг фойдали иш кўрсаткичларини яхшилаш мақсадида манёвр локомотивлари билан юк объектларига тартиблаштирилган тарзда хизмат кўрсатиш усули ишлаб чиқилган. Натижада, манёвр локомотивлари юкланганлигини камайтириш, ёқилги сарфини камайтириш ва манёвр таркибининг юк фронтларини юриш масофасини 13% қисқартиришга эришилган.

9. Тадқиқот натижалари “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ ва “Ўзметкомбинат” АЖ каби магистрал ва саноат темир йўл қорхоналарига жорий этилган. Натижада, ёқилгидан самарали фойдаланиш, кутилаётган юк ҳажмидан келиб чиққан ҳолда темир йўл инфратузилмасини ривожлантириш чора-тадбирларини ишлаб чиқиш, технологик амалларни бажариш жараёнида вагонларнинг туриб қолиш вақтларини қисқартириш ва манёвр локомотивларининг юриш вақтларини минималлаштиришга эришилган. Умумий иқтисодий самара 1,2 млрд. сўми ташкил этади.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ
СТЕПЕНЕЙ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТРАНСПОРТНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СУЮНБАЕВ ШИНПОЛАТ МАНСУРАЛИЕВИЧ

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗАЦИИ МАНЕВРОВОЙ
РАБОТЫ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ**

05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc)
ДИССЕРТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Ташкент – 2022

Тема докторской (DSc) диссертации по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №B2021.1.DSc/T421.

Докторская 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 консультант:

Арипов Назиржан Мукарарович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Ибрагимов Назрилла Набиевич
доктор технических наук, профессор

Даусентов Ерген Балгаевич
доктор технических наук, профессор

Севинов Жасур Усмонович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

**Ташкентский университет
информационных технологий имени
Мухаммада аль-Хорезми**

Защита диссертации состоится 10 ноября 2022 г. в 15⁰⁰ часов на заседании разового Научного совета на основе Научного совета PhD.15/30.12.2019.T.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 - 069). Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан 28 октября 2022 года.
(реестр протокола рассылки № 001 от 27 октября 2022 года).



Ж.Ф. Курбанов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н. (DSc), доцент



А.М. Мерганов
ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор философии по техническим
наукам (PhD)

Д.Х. Баратов
председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н. (DSc), доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире особое внимание уделяется разработке методов управления расходами топлива и оперативному планированию эксплуатации подвижного состава на основе повышения качества, надежности и эффективности использования тяговых единиц путем модернизации железнодорожного транспорта и замены их на малозатратные технические средства. В мировом масштабе «...средний уровень технического износа маневровых тепловозов превысил 80%, и учитывая, что стоимость за один локомотив высокая и превышает 2,5 млн. евро...¹», «...на транспорте ежегодно расходы на топливо составляют 120 млрд. евро...²», то возникает необходимость внедрения современных информационных и автоматизированных систем управления в транспортные процессы организации маневровой работы. В связи с этим особое внимание уделяется использованию энергосберегающих технических средств и инновационным технологиям, позволяющим принимать оперативные решения по рациональной эксплуатации тяговых единиц на основе нормирования продолжительности выполнения технологических процессов и расхода топлива при маневровой работе с учётом особенностей технологий работы магистральных и промышленных железнодорожных станций.

В мире осуществляются научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование систем управления и эксплуатации тяговых подвижных единиц, сокращение времени выполнения маневровых операций, улучшение схем путевого развития, оборудование современными средствами автоматизации и телемеханики железнодорожной станции. В этом направлении необходимо проводить ряд исследований, которые считаются приоритетными, в том числе по снижению расхода топлива при выполнении различных видов маневровой работы на базе современных научных методов с использованием достижений науки и информационных технологий. При этом одной из актуальных задач является разработка методов и автоматизированных систем определения научно-обоснованных норм расхода топлива при маневровой работе, а также программных продуктов, позволяющих осуществлять упорядоченное обслуживание грузовых объектов на основе решения транспортных задач.

В Республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по развитию различных видов транспортной отрасли, повышению мощности и маневренности железнодорожной транспортной системы, увеличению скоростей движения, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, и достигается определенные результаты в этой области. В Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы

¹ <https://www.dissertat.com/content/teoreticheskie-osnovy-i-metodologiya-vybora-obemov-i-tehnologii-modernizatsii-teplovozov>.

² <https://www.dissertat.com/content/razrabotka-metodov-stabilizatsii-tsilindrovyykh-moshchnosti-dizelya-na-rezhime-kholostogo>.

определены важные цели, такие как, «Развитие единой транспортной системы во взаимосвязи со всеми видами транспорта развитие рынка транспортных и логистических услуг и инфраструктуры, расширение «зеленых коридоров» и транзитных возможностей в транспортной системе, ... поднятие на высокий уровень тесного сотрудничества в области безопасности, торгово-экономической, водной, энергетики, транспорта ...»¹. В реализации этих целей, в том числе разработка методов, алгоритмов и инструментальных средств определения продолжительности выполнения маневровых полурейсов, оперативного регулирования тягового подвижного состава и упорядоченного обслуживания грузовых объектов манёвровыми локомотивами на основе прикладных задач, а также создание системы автоматизированного индивидуального нормирования расхода топлива на выполнение манёвровой работы с учётом особенности каждого полурейса и условий производства считается одной из необходимых задач.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит решению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» от 28 января 2022 года, Постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-3422 «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов на 2018-2022 годы» от 2 декабря 2017 года, №ПП-4422 «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии» от 22 августа 2019 года, №ПП-4779 «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции путем повышения энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов» от 10 июля 2020 года, 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 приоритетным направлением развития науки и технологий республики: II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение», ППИ-3 – «Энергетика, энергия, ресурсосбережение, транспорт, машино- и приборостроение».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации³. Теоретические и практические исследования по организации маневровой

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

³ <https://wsu.edu/>, <https://www.ncl.ac.uk/newrail/people/tsg/>, <https://www.bg.ac.rs/en/>, <http://en.nju.edu.cn/>, <https://www.curtin.edu.au/about/history-facts/history/curtin-university-of-technology/>, <http://www.iitkgp.ac.in/>, <https://www.tu-braunschweig.de/>, <https://ruu-mit.ru>, <http://www.pgups.ru/>, www.dit.edu.ua, <https://www.bsut.by/>, <https://alt.edu.kz/>, <https://tsnu.ac>

работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях проводятся в научных центрах, университетах и научно-исследовательских институтах ведущих стран мира, в том числе: Washington State University (США), Newcastle Centre for Railway Research University (Великобритания), Curtin University of Technology (Австралия), University of Belgrade (Сербия), Beijing Jiaotong University (Китай), Indian Institute of Technology Kharagpur (Индия), Technische Universität Carolo-Wilhelminazü Braunschweig (Германия), Российский университет транспорта (Россия), Петербургский государственный университет путей сообщения (Россия), Днепрпетровский национальный университет железнодорожного транспорта (Украина), Белорусский государственный транспортный университет, Академии логистики и транспорта (Казахстан), Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан).

В мире в результате проведенных научных исследований по развитию технологий транспортных процессов при организации маневровых работ достигнут ряд научных результатов, в частности модернизированы системы впрыска топлива маневровых тепловозов (Индия), усовершенствованы системы повышения перерабатывающей способности « магистральных и промышленных железных дорог (Канада), внедрены локомотивы для передачи вагонов к грузовым объектам (Россия), разработаны тяговые агрегаты для подталкивания вагонов к складу или конвейерной ленте при погрузочно-разгрузочных работах (Беларуссия), созданы системы использования солнечной энергии для снижения энергопотребления маневровых локомотивов (США, Китай).

В мире к ряду основных направлений научно-исследовательских работ, выполняемых по повышению эффективности расхода топлива при маневровой работе на магистральных и промышленных железнодорожных станциях, в том числе являющихся приоритетными, можно привести следующие: усовершенствование методов мониторинга и оценки расхода топлива, использование методов, основанных на искусственном интеллекте в управлении маневровыми локомотивами, разработка тяговых подвижных составов с различной силой тяги, сокращение времени простоя вагонов при погрузочно-разгрузочных работах.

Степень изученности проблемы. Научно-исследовательские работы по разработке теории организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях осуществлялись рядом известных исследователей, таких как: В.И. Бобровский, А.Т. Осминин, И.Н. Шапкин, Т.А. Нечай, Д.В. Железнов, М.И. Арпабеков, А.В. Харитонов, П.А. Шелест, И.Я. Сковрон, Д.А. Сивицкий, А.В. Рожков, Alex Landex, Anders N. Kaas, Sten Hansen, Xu Xiaoming, Keping Li, Xiaoshan Lu, Boysen Nils, Malte Fliedner, Florian Jaehn, Erwin Pesch и многими другими.

В Республике исследованием вопросов улучшения эксплуатационных показателей железнодорожного транспорта за счет организации движения

грузовых поездов по твердому графику, оперативного планирования при организации вагонопотоков, развития современных средств железнодорожной автоматики и телемеханики, в том числе автоматизированных систем управления занимались ряд учёных. В частности, Р.З. Нурмухамедов, С.М. Джумабаев, Э.Т. Туйчиев, К.Т. Худайберганов, Н.М. Арипов, Н.Н. Ибрагимов, М.Х. Расулов, Д.Х. Баратов, Ж.Ф. Курбанов, Д.И. Илесалиев, З.Г. Адилова и другие в разные годы добились положительных результатов в рамках своих исследований в данной области.

Несмотря на значительные успехи, научные проблемы, связанные с созданием автоматизированных систем управления нормирования расхода топлива маневровых локомотивов на магистральных и промышленных железнодорожных станциях, считающихся многоступенчатой сложной научно-технической задачей по оперативному планированию работы тяговых подвижных составов, изучены недостаточно. В данной диссертационной работе предложено создать автоматизированную систему определения научно-обоснованной нормы расхода топлива с учетом особенностей подвижного состава и технологического процесса при организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях, разработать методы рационального использования тяговых подвижных составов и на их основе инструментальные средства в виде программных комплексов, позволяющих управлять технологическими процессами при маневровой работе.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного транспортного университета государственные, прикладного проекта №А-3-055 «Разработка автоматизированной системы учета и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики для перспективных и высокоскоростных железных дорог Узбекистана» (2015-2017), инновационного проекта №ЕБВ-Атех-2018-223 «Метод организации перевозок тарно-штучных грузов» (2017), а также хозяйственных договоров №127/08-ТО «Разработка технологического процесса работы станции «Центральная руда» железнодорожного цеха Северного рудоуправления НКМК» (2011), № 2303-01/03/06/2019 «Исследование перерабатывающей способности терминалов нового логистического центра АО «Узбекский металлургический комбинат» (2019-2020), № 832-01/03/06/2020 «Разработка проекта строительства и реконструкции железных дорог АО «Узбекский металлургический комбинат» (2020), №47 «Разработка предложений по развитию погрузочно-разгрузочных, приемо-отправочных путей и эффективному использованию тягового подвижного состава Самаркандского химического комплекса» (2022).

Целью исследования является разработка инновационных технологий транспортных процессов в организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях и их практическое применение.

Задачи исследования:

исследование современного состояния организации маневровой работы на железнодорожных станциях и вопросов повышения их эффективности;

разработка метода, алгоритма и программных средств расчета продолжительности выполнения маневровых работ и расхода топлива на железнодорожных станциях;

разработка и практическое применение автоматизированной системы индивидуального нормирования расхода топлива на выполнение маневровых работ на железнодорожных станциях;

развитие теории прикрепления маневровых локомотивов к станциям и обоснования их сферы применения рационального типа в зависимости от объема и вида работ;

разработка технических решений выполнения маневровой работы по подборки группы вагонов состава поезда на двух направлениях на основе выбора научно-обоснованного проекта железнодорожных путей;

разработка математической модели оперативного планирования работы маневровых локомотивов на основе метода «Ветвей и границ» с учетом возможности минимизации времени простоя;

разработка методов оперативного регулирования работы маневровых локомотивов на основе решения транспортной задачи по минимизации резервного пути следования.

Объектом исследования является магистральные и промышленные железнодорожные станции, а также подъездные пути, обслуживающие маневровые локомотивы.

Предметом исследования является методы эффективной организации маневровой работы на железнодорожных станциях и подъездных путях, а также оперативного планирования движения тяговых единиц на основе современных информационных технологий.

Методы исследования. В процессе исследований использованы методы системного анализа, Ветвей и границ, Коммивояджера, Симплекса, комбинаторики, имитационного и математического моделирования, математической статистики, наименьших квадратов, закон Ньютона, теорий расходных ставок, алгоритмов и графов.

Научная новизна исследования состоит из:

совершенствован метод определения продолжительности выполнения маневровых рейсов с учётом влияний удельного сопротивления движению состава тяговых единиц и сопротивления уклона на основе расчетных параметров вагонов;

разработан новый подход в определении и технико-экономическом обосновании первоочередных станций, имеющих приоритет обновления парка

маневровых локомотивов и выбора рационального типа тягового подвижного состава на них с учётом объема и вида работ отдельного пункта;

разработаны инновационные технологии выполнения маневровых работ по подборке групп вагонов на двух направлениях на основе рационального выбора схемы станционных путей с учетом последовательности расположения и количества отцепов в составе поезда;

разработана математическая модель планирования рациональной эксплуатации маневровых локомотивов на железнодорожных станциях с учётом возможности минимизации ожидания локомотивами работы и объединения попутных маршрутов;

разработан передовой метод оперативного регулирования тягового подвижного состава на железнодорожных станциях с учётом возможности минимизации резервного пробега маневровых локомотивов и автоматизации принятия эффективного решения;

разработан метод упорядоченного обслуживания грузовых объектов маневровыми локомотивами на железнодорожных станциях с учётом планирования графика передач и повышения полезной работы локомотивов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны алгоритмы и инструментальные средства в виде программных комплексов расчета продолжительности выполнения маневровых работ и расхода топлива на магистральных и промышленных железнодорожных станциях, оперативного регулирования работы маневровых локомотивов и выбора ими очередности обслуживания грузовых объектов;

создана автоматизированная система индивидуального нормирования продолжительности выполнения маневровых работ и расхода топлива с учетом характеристик пути железнодорожных станций, веса состава, климатических условий и типа локомотива;

вновь разработанные необходимые дополнительные указания по выполнению маневровых работ, относящихся к конкретной станции, включены в Главу 3 и приложение к «Инструкции по составлению технико-распорядительного акта железнодорожных станций АО «Узбекистон темир йуллари» (приказ АО «УТИ» от 05.03.2021 г. № 239);

разработаны комплексные практические мероприятия по рациональному использованию путей сортировочного парка и выбору очередности расформирования составов с учетом особенностей технологического процесса формирования поездов по гибким и твердым графикам.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования заключается в использовании теоретических исследований на основе современных методов и закономерностей, в совпадении результатов расчетных значений продолжительности выполнения маневровых работ и расхода топлива, полученных на основе разработанных математических моделей и программ с опытными данными, во внедрении в практику предложений и рекомендаций, разработанных в рамках исследования.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в совершенствовании теории индивидуального нормирования расхода топлива, обеспечения тяговыми подвижными составами с учетом вида маневровых работ, приоритетности обслуживания, погодных условий, особенностей пути и подвижного состава на магистральных и промышленных железнодорожных станциях, разработке методов планирования эксплуатации локомотивов при организации маневровой работы, а также в получении научно-теоретических основ, модели и алгоритмы по уродядоченному обслуживанию грузовых объектов маневровыми локомотивами.

Практическая значимость результатов исследования заключается во включении дополнительных необходимых требований по обслуживанию грузовых объектов в «Инструкции по составлению технико-распорядительного акта железнодорожных станций АО «Узбекистон темир йуллари», в разработке инструментальных средств автоматизированной системы нормирования продолжительности выполнения маневровых полурейсов и расхода топлива, определения последовательности обслуживания грузовых объектов маневровыми локомотивами и оперативного регулирования работы тягового подвижного состава.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов по разработке инновационных технологий транспортных процессов в организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях:

метод определения времени, затрачиваемого на выполнение маневровых полурейсов, автоматизированная система управления индивидуального нормирования продолжительности выполнения маневровых работ и расхода топлива, комплексные практические мероприятия по выбору очередности расформирования составов внедрены на Унитарном предприятии «Ташкентский региональный железнодорожный узел» (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 1 июля 2022 года №07/2309). В результате получена возможность уменьшить расход топлива на 6% за счет выявления факторов, влияющих на использование топлива сверх нормы, снижение человеческого фактора при нормировании и контроле расхода топлива, пополнить состав грузового поезда в условиях гибкого и твердого графика, снизить загрузки путей сортировочного парка и сократить времени простоя вагонов на 7%, что позволило добиться экономической эффективности на 87.5 млн. сум в год.;

вновь разработанные необходимые дополнительные указания по выполнению маневровых работ на конкретной станции, применены в «Управлении организации перевозок» при разработке «Инструкции по составлению технико-распорядительного акта железнодорожных станций» (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 1 июля 2022 года № 07/2309-22). В результате появилась возможность систематизированно составить

инструкции по обслуживанию и организации движения подъездных путей;

технологические решения выполнения маневровых работ по подборке групп вагонов на двух направлениях, математическая модель планирования эксплуатации маневровых локомотивов на железнодорожных станциях, методы оперативного регулирования тяговых подвижных составов и упорядоченного обслуживания грузовых объектов железнодорожной станции внедрены в «Главное управление развития и цифровизации логистики» (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 1 июля 2022 года № 7/2309-22). В результате достигнуто сокращение простоя в ожидании подачи вагонов на железнодорожные объекты, продолжительность подборки вагонов в две группы на 15%, пробег маневрового локомотива на 24%, расстояние проследования между грузовыми фронтами на 13%, а также получена возможность уменьшить загрузку, время и расстояние резервного пробега маневровых локомотивов, оперативно принимать решения по организации движения маневровых локомотивов;

новый подход в определении и технико-экономическом обосновании первоочередных станций, имеющих приоритет обновления парка маневровых локомотивов и выбора рационального типа тягового подвижного состава на них, внедрены в «Железнодорожной цех» (справка АО «Узметкомбинат» от 1 июля 2022 года № 01/06-01/04-238). В результате появилась возможность принимать обоснованные технико-экономические решения по выбору рационального типа тяговых подвижного состава в зависимости от особенности работ и пути, а также разработать мероприятия по развитию железнодорожной инфраструктуры с учётом ожидаемого объема перевозок, что позволило достичь экономический эффект в размере 832,0 млн. сум.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 28 научно-практических конференциях, в том числе на 2 научных конференциях в базе Scopus, на 16 международных и 10 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 54 научных работ, в том числе 3 монографии, 15 статьи в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 12 республиканских и 3 зарубежных научных журналов, а также в 4 журналах, включенных в базу данных Scopus, получено 14 свидетельств на программ и баз данных для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 190 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы, освещено состояние вопроса, сформулированы цель и задачи исследования, даны характеристики

объекту и предмету исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность, теоретическая и практическая значимость, приведены сведения о внедрении результатов научных исследований в производство, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние организации маневровой работы на железнодорожных станциях и вопросы повышения их эффективности»** проанализированы современное состояние и развитие организации маневровой работы на железнодорожных станциях, изучены зарубежный опыт и научные работы по совершенствованию маневровой работы, а также исследованы существующие способы нормирования времени и расхода топлива на маневровые полурейсы.

В результате анализа транспортных процессов организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях выявлено, что учет затрат времени на маневровую работу и расхода топлива (нормирование на лимит топлива, расходуемого на выполнение маневровых работ, осуществляться путем проведения опытов) производится по отметке выполненных за смену полурейсов в маршрутном листе соответствующими работниками, определение количества маневровых локомотивов, выбор типа и порядок их закрепления осуществляется без соответствующего технико-экономического обоснования, расстановка вагонов в составе на грузовых станциях по направлениям осуществляется на основе опыта соответствующего персонала, отсутствует технология организации маневровых работ по пополнению состава грузовых поездов в сортировочном парке, системы цифровизации недостаточно внедрены в технологические процессы оперативного регулирования работы маневровых локомотивов. Это, в свою очередь, привело к превышению месячного лимита расхода топлива на маневровые работы (рис. 1).

Нормирование продолжительности выполнения маневровых полурейсов, на железнодорожных станциях осуществляется на основании формулы, представленной в «Нормах времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожных станциях», разработанной в 2006 году. В ходе исследований по этой формуле и на основе тяговых расчетов по нулевому и фактическим профилям железнодорожных путей определена продолжительность выполнения маневровых полурейсов (табл. 1).

Как видно из различий результатов таблицы 1, время, полученное на разных профилях, определенное по существующему стандартному выражению, дает достаточно точный результат только на путях с нулевым профилем, но целесообразно изменить соответствующее выражение при расчете продолжительности маневрового полурейса по реальному профилю.

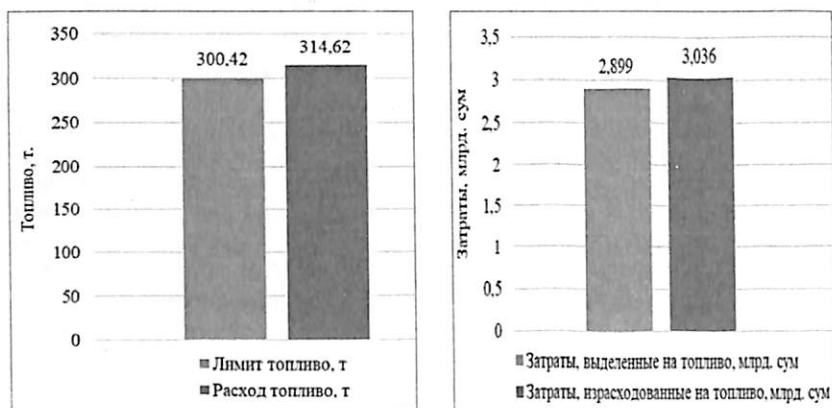


Рис. 1. Результаты анализа расхода топлива за один месяц на маневровую работу в депо «Узбекистан» АО «УТГ»

Таблица 1

Результаты расчета продолжительности выполнения маневровых полурейсов по существующим методикам

п/н	Скорость маневра, км/ч	Время, определяемое по формуле согласно соответствующим нормативам, мин.	Время, определенное по «0» профилю пути на основе тяговых расчетов, мин.	Время, определяемое по фактическому профилю пути на основе тяговых расчетов, мин.
1	10	38,2	38,8	41,3
2	15	25,9	26,3	29,2
3	20	20,0	19,2	24,3
4	25	16,5	16,7	21,1

Все вышеизложенное, показали необходимость разработки инновационных технологий транспортных процессов в организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях и их практического применения.

Вторая глава диссертации «Разработка алгоритмов и программных средств расчета продолжительности выполнения маневровых работ и расхода топлива» посвящена определению расчетных параметров вагонов на основе натурального листа поезда, расчету средневзвешенного удельного сопротивления движению вагонов, сопротивлению уклона, разработке методов, алгоритмов и программных средств продолжительности выполнения маневровых работ и расхода топлива.

При определении продолжительности выполнения маневровых полурейсов путем тяговых расчетов требуется правильно выбрать расчетные параметры вагонов. Известно, что информация о вагонах, на которых будет выполняться полурейс, берется из натурального листа поезда. Однако, в этом натуральном листе указывается количество вагонов и количество загруженного в них груза (нетто), то есть указываются не все расчетные параметры вагонов.

В рамках исследований была разработана программа для ЭВМ с целью определения расчетных параметров вагонов на основе натурального листа поезда при выполнении маневровых полурейсов (рис. 2). Она определяет следующие расчетные параметры маневрового состава, исходя из содержания каждого числа в номере вагона: m – общее количество вагонов, ваг.; Σq_n – общая (нетто) масса груза в вагонах, т; ΣK_{oc} – общее количество осей вагона, ось; Σq_m – общая (тара) масса вагонов, т; Σl_b – общая длина вагонов, м; $\Sigma q_{бр}$ – общая (брутто) масса вагонов, т; $\Sigma \bar{q}_{oc}$ – средняя нагрузка с вагонов на ось, т.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВАГОНОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВАГОНОВ НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНОГО ЛИСТА ПОЕЗДА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАНЕВРОВЫХ ПОЛУРЕЙСОВ

п/п	Номер вагона	Вес груза (нетто) т	Число осей, ось	Вес вагона (тара), т	Длина вагона, м	Общий вес ваго.	Нагрузка
1	25477852	60	4	24	14.73	84	21
2	79678520	80	8	51	21.25	131	16.375
3	79475620	74	8	48.8	21.12	122.8	15.35
0 Итого		214	20	123,8	57,1000000000000	337,8	52,725

Рис. 2. Рабочее окно программы «Определение расчетных параметров вагонов на основе натурального листа поезда для выполнения маневровых полурейсов»

Данная программа не позволяет неправильность ввода номера вагона, то есть номер вагона проверяется на основании соответствующего правила, и при его неправильном вводе в рабочем окне отображается надпись «такого номера не существует». В ходе исследования проверялась достоверность получения расчетных характеристик вагона по разработанной программе. При этом расчетные характеристики вагона, полученные с помощью программы, сравнивались на основании информации, выдаваемой с помощью программы *Winterm*, используемой на железнодорожном транспорте, а также с сайта <https://vagon.by/number/>, который обновляется в режиме онлайн. В результате технические характеристики вагона дали одинаковые данные во всех 3-х случаях (по разработанной методике, программе *Winterm* и с сайта <https://vagon.by/number/>), и это доказало достоверность разработанной программы.

Определение расчетных параметров вагонов на основе натурального листа поезда для выполнения маневровых полурейсов позволило в автоматизированном виде рассчитать средневзвешенное удельное сопротивление движению вагонов (ω_0'').

Известно, что для расчета значения ω_0'' на магистральных железнодорожных станциях, расчетные параметры вагонов разделяются на 3 группы:

- 4-х осные вагоны с осевой нагрузкой более 6 тонн;
- 8-х осные вагоны с осевой нагрузкой более 6 тонн;
- вагоны с осевой нагрузкой менее или равной 6 тоннам.

Для каждой из вышеперечисленных групп определяются следующие 4 расчетных параметра вагонов.

Для первой группы:

1.1. Общее количество 4-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн

$$\Sigma m_{\text{вр.4}}^{q>6} = \text{COUNTIFS}(\bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m; "> 6"; K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m; "4"), \text{ ваг.} \quad (1)$$

1.2. Общий вес 4-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн:

$$\Sigma q_{\text{вр.4}}^{q>6} = \text{SUMPRODUCT}((=4)*(>6)*), K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m \bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m q_{\text{вр}}^1; q_{\text{вр}}^m, \text{ т.} \quad (2)$$

1.3. Общее количество осей 4-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн:

$$\Sigma K_{\text{ос.4}}^{q>6} = \text{SUMPRODUCT}((=4)*(>6)*), K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m \bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m, \text{ ось.} \quad (3)$$

1.4. Средний вес, приходящийся на оси 4-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн:

$$\bar{q}_{\text{вр.4}}^{q>6} = \frac{\Sigma q_{\text{вр.4}}^{q>6}}{\Sigma K_{\text{вр.4}}^{q>6}}, \text{ т.} \quad (4)$$

Для второй группы:

2.1. Общее количество 8-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн

$$\Sigma m_{\text{вр.8}}^{q>6} = \text{COUNTIFS}(\bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m; "> 6"; K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m; "8"), \text{ ваг.} \quad (5)$$

2.2. Общий вес 8-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн:

$$\Sigma q_{\text{вр.8}}^{q>6} = \text{SUMPRODUCT}((=8)*(>6)*), K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m \bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m q_{\text{вр}}^1; q_{\text{вр}}^m, \text{ т.} \quad (6)$$

2.3. Общее количество осей 8-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн:

$$\Sigma K_{\text{ос.8}}^{q>6} = \text{SUMPRODUCT}((=8)*(>6)*), K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m \bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m K_{\text{ос}}^1; K_{\text{ос}}^m, \text{ ось} \quad (7)$$

2.4. Средний вес, приходящийся на оси 8-х осных вагонов с осевой нагрузкой более 6 тонн:

$$\bar{q}_{\text{вр.8}}^{q>6} = \frac{\Sigma q_{\text{вр.8}}^{q>6}}{\Sigma K_{\text{ос.8}}^{q>6}}, \text{ т.} \quad (8)$$

Для третьей группы:

3.1. Общее количество вагонов с осевой нагрузкой менее или равной 6 тоннам:

$$\Sigma m_{\text{вр}}^{q \leq 6} = \text{COUNTIFS}(\bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m; "\leq 6"), \text{ ваг.} \quad (9)$$

3.2. Общий вес с осевой нагрузкой менее или равной 6 тоннам:

$$\Sigma q_{\text{вр}}^{q \leq 6} = \text{SUMPRODUCT}((6)*), \bar{q}_{\text{ос}}^1; \bar{q}_{\text{ос}}^m \leq q_{\text{вр}}^1; q_{\text{вр}}^m, \text{ т.} \quad (10)$$

3.3. Общее количество осей вагонов с осевой нагрузкой менее или равной 6 тоннам:

$$\Sigma K_{oc}^{q \leq 6} = \text{SUMPRODUCT}((6)^*, \bar{q}_{oc}^1, \bar{q}_{oc}^m \leq K_{oc}^1: K_{oc}^m, \text{ось} \quad (11)$$

3.4. Средний вес, приходящийся на оси с осевой нагрузкой менее или равной 6 тоннам:

$$\bar{q}_{6p}^{q \leq 6} = \frac{\Sigma q_{6p}^{q \leq 6}}{\Sigma K_{6p}^{q \leq 6}}, \text{ т.} \quad (12)$$

На основании расчетных параметров вагонов в каждой u -группе ($u=1, 2, 3$) основное удельное сопротивление движению вагонов при любой скорости маневрового состава рассчитывается следующим образом:

для первой группы:

$$\omega_{a.4}^{(q>6)} = 0,7 + \frac{3+0,1 \cdot v + 0,0025 \cdot v^2}{\bar{q}_{6p.4}^{q>6}}, \text{ H/кН;} \quad (13)$$

для второй группы:

$$\omega_{a.8}^{(q>6)} = 0,7 + \frac{6+0,038 \cdot v + 0,0021 \cdot v^2}{\bar{q}_{6p.8}^{q>6}}, \text{ H/кН;} \quad (14)$$

для третьей группы:

$$\omega_a^{(q \leq 6)} = 1,0 + 0,044 \cdot v + 0,00024 \cdot v^2, \text{ H/кН.} \quad (15)$$

Таким образом, основное средневзвешенное удельное сопротивление движению вагонов определяется по следующей формуле:

$$\omega_a'' = \frac{\omega_{a.4}^{(q>6)} \cdot \Sigma q_{6p.4}^{q>6} + \omega_{a.8}^{(q>6)} \cdot \Sigma q_{6p.8}^{q>6} + \omega_a^{(q \leq 6)} \cdot \Sigma q_{6p}^{q \leq 6}}{\Sigma q_{6p}}, \text{ H/кН.} \quad (16)$$

Определение расчетных параметров вагонов, участвующих в выполнении маневровых полурейсов, на основании приведенных выше выражений и условий позволило правильно рассчитать основное удельное сопротивление движению вагонов при выполнении тяговых расчетов.

Разработан метод расчета сопротивления уклона движению маневрового состава при выполнении полурейсов на пути с различными уклонами. При этом значение уклона определено как функция пути следующим образом:

$$i(s) = \begin{cases} 0, & 0 < s < L_j \\ i_j, & L_j < s < L_{j+1} \end{cases} \quad (17)$$

Характеристики профиля пути определены следующими двумя параметрами:

- проекция длины пути L_j на горизонтальную линию;
- значение соответствующего уклона i_j .

На основе определения координат начала и конца каждого профиля пути координата любой точки определяется следующей функцией:

$$i = \begin{cases} i_1, & \text{если } 0 < S < L_1; \\ i_2, & \text{если } L_1 < S < L_2; \\ \dots & \dots \\ i_n, & \text{если } L_{n-1} < S < L_n. \end{cases} \quad (18)$$

Расстояние центра локомотива от начала координат рассчитывается следующим образом:

$$S_L = S_{\Pi_i} + \sum_{j=1}^{n/2} l_{B_j} + \frac{L_L}{2}, \text{ м.} \quad (19)$$

Расстояние центра k -го вагона от начала координат рассчитывается следующим образом:

$$S_k^B = S_L - \sum_{j=1}^{n-K} l_{B_j}, \text{ м.} \quad (20)$$

Спротивление уклона движению маневрового состава определяется путем умножения величины каждого уклона на соответствующий ему вес по формуле:

$$W_{\text{укл.}}^B = \sum_{j=1}^m m_{B_j} \cdot i_j, \text{ Н.} \quad (21)$$

Спротивление уклона движению локомотива определяется путем умножения соответствующего значения уклона на массу локомотива по формуле:

$$W_{\text{укл.}}^L = m_L \cdot i_L, \text{ Н.} \quad (22)$$

В результате совершенствован метод определения продолжительности выполнения маневровых полурейсов за счёт правильного учёта влияний удельного сопротивления движению подвижного состава и сопротивления уклона на основе расчетных параметров вагонов. На их основе была разработана программа расчета продолжительности выполнения маневровых полурейсов и расхода топлива. Данной программой можно пользоваться через сайт <https://trainresapp.netlify.app/>. Исходные данные в программе можно обновлять с разрешения администратора по ссылке <http://trainresapp.herokuapp.com/admin/>.

Третья глава диссертации «Разработка и практическое применение автоматизированной системы нормирования маневровой работы на железнодорожных станциях» посвящена разработке программного обеспечения для автоматизированного расчета количества маневровых локомотивов в зависимости от объема планируемых работ, созданию автоматизированной системы индивидуального нормирования продолжительности выполнения маневровых полурейсов и расхода топлива и апробации ее в эксперименте.

Общее время, затрачиваемое на выполнение каждого маневрового полурейса на железнодорожных станциях (T_{np}), складывается из времени движения маневрового состава (T_{np0}) и времени, затрачиваемого на выполнение дополнительных операций ($T_{дон}$):

$$T_{np} = T_{np0}^{об} + T_{дон}, \text{ мин.} \quad (23)$$

При этом T_{np0} и норма расходуемого на него топлива (G_{np0}) определяется на основе тяговых расчетов с использованием программы, разработанной в главе 2. Величина $T_{дон}$ складывается из суммы времени, затрачиваемого на несколько технологических операций, таких как прицепка вагонов к маневровому составу, отцепка от него и др. В ходе исследования была разработана программа для определения нормы времени, затрачиваемого на прицепку/отцепку вагонов с маневровым составом.

Объёма топлива ($G_{дон}$), которое маневровый локомотив расходует при выполнении дополнительных операций, берется из его технического описания. Например, установлено, что маневровый локомотив ТЭМ-2 при выполнении дополнительных операций расходует 6 кг топлива в час. Учитывая эти данные, общий расход топлива (G_{np}), затрачиваемый на каждый полурейс маневра определен следующим образом:

$$G_{np} = G_{np0} + G_{дон}, \text{ кг.} \quad (24)$$

При этом необходимые дополнительные указания по выполнению маневровых работ, относящихся к конкретной станции, берутся из технико-распорядительного акта соответствующей станции, составленного на основе «Инструкции по составлению технико-распорядительного акта железнодорожных станций АО «Узбекистон темир йуллари»». Автор диссертации принимал участие в разработке данного документа, а новые необходимые дополнительные указания, разработанные автором, были включены в главу 3 и приложение к настоящей Инструкции.

В ходе исследования была создана автоматизированная система индивидуального нормирования продолжительности выполнения маневровых полурейсов и расхода топлива с учетом характеристик железнодорожных станций, вес поезда, климатических условий и типа локомотива (рис. 3).

Код	Наименование объекта	Код	Наименование объекта	Время движения без вагонов, с	Время движения с вагонами, с	Расход топлива без вагонов, кг	Расход топлива с вагонами, кг
1	A	3	T	200		2,10	
1	A	4	T	220		2,30	
1	A	5	T	210		2,20	
1	A	9	T	215		2,23	

Рис. 3. Рабочее окно автоматизированной системы индивидуального нормирования продолжительности выполнения маневровых полурейсов и расхода топлива

Разработанная автоматизированная система индивидуального нормирования продолжительности выполнения маневровых полурейсов и расхода топлива была испытана на станции Чукурсай (табл. 2). Как видно из табл. 2, относительная погрешность по времени, затраченное на маневровые полурейсы, составляет 3%, а по расходу топлива – 6%.

Таблица 2

Показатели результативности испытаний автоматизированной системы индивидуального нормирования продолжительности выполнения манёвровых полурейсов и расхода топлива на станции «Чукурсай»

№ п/п	Наименование выполняемых операций	Время хода, мин.	Время простоя, мин.	Фактическое затраченное время, мин.	Расчетное время в разработанной системе, мин.	Расчетная величина расхода топлива в разработанной системе, кг.	Количество вагонов, заг.	Вес груза в вагоне, т
1	Из пути 50 на путь 36	9	3	12,0	13,8	2,50	0/6	132
2	Из пути 36 на путь 34	8	0,5	8,5	7,4	2,38	-	-
3	Из пути 34 на путь 35	12	0,5	12,5	10,6	2,99	1	80
...
25	Из ИПАК «Шарк» на путь 36	15	5	20,0	21,6	6,96	4	228
Итого		254	59,5	313,5	305,6	122,87	36/10	3060

Фактический расход топлива составил 130 кг. Это определялось замером топлива в баке специальной линейкой в начале и в конце смены. При этом относительная погрешность топлива принималась на допустимом уровне с учетом того, что показатели на специальной линейке делятся на каждые 25 кг. Это доказало достоверность автоматизированной системы индивидуального нормирования продолжительности выполнения манёвровых полурейсов и расхода топлива.

Среди станций, принадлежащих в состав Ташкентского РЖУ, на станции «Тукимачи» было выявлено, что в среднем на 12% топлива расходуется больше выделенного месячного лимита при маневровых работах, и поэтому на этой станции внедрена разработанная автоматизированная система. В результате удалось снизить расход топлива на 6% за счет снижения человеческого фактора при нормировании и контроле расхода топлива.

Четвертая глава диссертации **«Исследование технических и технологических решений в организации маневровой работы на железнодорожных станциях»** посвящена выбору оптимального типа маневровых локомотивов, работающих на сортировочной горке, оценке эффективности использования малозатратного тягового подвижного состава маневровых работах на железнодорожной станции, выбору очередности расформирования вагонов с целью пополнения состава грузовых поездов в условиях твердого графика движения и развитию технологии организации маневровой работы по разделению группы вагонов в составе поезда на двух направлениях.

В мировой практике локомотивы используются, как удобное средство передвижения на станциях с небольшими объемами работ. Локомотивы – это

технические средства передвижения по автомобильной дороге вместе с железнодорожным рельсом в маневровых и других работа в пределах станции. В ходе исследований был разработан метод расчета тяговой способности вагонов локомотива. На примере станции «Тукимачи» рассчитана эффективность замены маневрового тепловоза большой мощности на локомотив (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели результативности использования локомотивов и локомотивов
в течение одной смены**

п/п	Показатели	Локомотив Mercedes-Benz Unimog	Маневровый тепловоз ТЭМ-2	Разница
1	Время, затрачиваемое на маневровые работы, мин	544	683	139
2	Расход топлива, кг	57	78	21
3	Используемое масло, кг	0,5	2	1,5

В результате был разработан новый подход в определении и технико-экономическом обосновании первоочередных станций, имеющих приоритет обновления парка маневровых локомотивов и выбора рационального типа тягового подвижного состава на них в зависимости от объема и вида работ. Это, в свою очередь, позволило эффективно использовать рабочий парк маневровых тепловозов, увеличить перерабатывающую способность сортировочной горки и обособить сферу применения тяговых подвижных составов, планируемых приобрести.

В настоящее время на основании приказа Председателя Правления АО «УТЙ» от 4 мая 2021 года №481-Н «О поэтапном переходе на планирование графика движения поездов и его выполнении», осуществляется поэтапный переход на 12-часовой сменный график движения поездов (твёрдый график) на всех диспетчерских участках. В связи с тем, что отправление грузового поезда в условиях твёрдого графика зависит от определенных сроков, то пути сортировочного парка заполнены вагонами. В целях предотвращения этого разработаны комплексные практические мероприятия по рациональному использованию путей сортировочного парка и выбору очередности расформирования составов с учетом особенностей технологического процесса формирования поездов на основе гибкого и твёрдого графика.

Каждый вариант обработки состава характеризуется выбранным порядком распределения $X^{(t)}$. В общем случае модель задачи выбора очереди расформирования состава можно описать следующим образом:

$$C = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^z N_{ij}(X^{(t)}) \cdot T_j(X^{(t)}) \rightarrow \min_{X^{(t)}}, \quad (25)$$

где $N_{ij}(X^{(t)})$ – количество вагонов i -го назначения при расформировании j -го состава, ваг.;

$T_j(X^{(t)})$ – продолжительность расформирования j -го состава, часов;

z, k – количество назначений и составов соответственно.

Применение программы для ЭВМ на станции «Чукурсай», разработанной по результатам исследования позволило увеличить средний вес составов, снизить загруженность сортировочного парка и сократить время простоя вагонов на 7%.

Сегодня, в АО «УТИ» из 96 станций, к которым прикреплены маневровые тепловозы, 31 станция (32%) имеют два и более маневровых локомотивов. На таких станциях, одной из основной задачей маневровых локомотив является подборка групп вагонов состава поезда на двух направлений (четный и нечетный) с целью эффективного распределения маневровой работы между локомотивами. На грузовой станции «Назарбек» работают два маневровых локомотива, разделяющих состав из 31 вагона на два направления. На выполнение этих операций первому маневровому локомотиву требуется 103 минуты, второму – 115 минут, расстояние, пройденное первым маневровым локомотивом, составляет 5871 м, а второму – 6257 м.

Для сокращения пробега маневрового состава и сокращения его «бесплезного» пути рекомендовалось два варианта технического оснащения станционных путей: первый – одностороннее разделение двух путей на отдельные секции (рис. 4); второй – двустороннее разделение двух путей на отдельные секции (рис. 5). На основе разработанной программы определялась продолжительность каждого отдельного полурейса, выполняемого в локомотивом движении при смене мест расположения вагонов и составов.

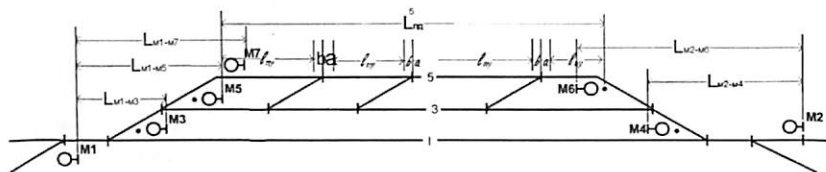


Рис. 4. Схема одностороннего разделения двух путей на отдельные секции

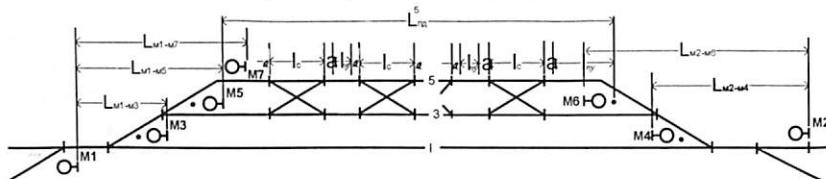


Рис. 5. Схема двустороннего разделения двух путей на отдельные секции

Общая продолжительность выполнения операций по подборке вагонов на двух направлениях зависит от количества отцепов ($n_{отц}$). Вагоны четного направления обозначим как x , нечетного – y , а порядковый номер вагона – k . Тогда, однородность и разнородность последовательно стоящих вагонов можно определить по следующей формуле:

$$y_{k+1} - x_k = \begin{cases} 1, & \text{разнородный;} \\ 0, & \text{однородный.} \end{cases} \quad (26)$$

Отсюда, можно определить значение $n_{\text{отц}}$:

$$n_{\text{отц}} = \sum_{k=1}^{m_n} (y_{k+1} - x_k). \quad (27)$$

В предлагаемых вариантах переустройства пути станции количество секций (n_c) зависит от средней величины вагонов в группе и их числа. Чем больше секций, тем меньше полезная длина участка пути.

Общую полезную длину участка в первом варианте можно определить по формуле:

$$\sum l_{\text{пу1}} = L_{\text{пл}} - (\sum a + \sum b), \text{ м.} \quad (28)$$

Общую полезную длину участка во втором варианте можно определить по формуле:

$$\sum l_{\text{пу2}} = L_{\text{пл}} - (\sum a + \sum l_c), \text{ м.} \quad (29)$$

Необходимо отметить, что предлагаемые варианты переустройства станционных путей способствуют минимизации «без полезного» расстояния проезда маневрового состава.

В ходе исследования разработаны технологические решения выполнения маневровых работ по подборке групп вагонов на двух направлениях с помощью рационального выбора схемы станционных путей. В результате достигнуто сокращение простоя в ожидании подачи вагонов на железнодорожные объекты, продолжительность подбора вагонов в две группы на 15%, пробег маневрового локомотива на 24%.

Пятая глава диссертации «**Разработка рекомендаций по улучшению показателей эксплуатации маневровых локомотивов на основе инновационных технологий**» посвящена оценке влияния занятости маневровых локомотивов на максимальный объем переработки погрузочно-разгрузочных фронтов подъезных путей, разработке математической модели планирования эксплуатации маневровых локомотивов на железнодорожных станциях на основе метода «Ветвей и границ», интеллектуализации метода оперативного регулирования движения тяговых единиц, разработке методики упорядоченного обслуживания грузовых объектов маневровыми локомотивами.

Продолжительность выполнения одного цикла обслуживания i -го грузового объекта можно определить по формуле:

$$T_{\text{ц}}^i = T_{\text{под}}^i + T_{\text{пог/выг}}^i + T_{\text{уб}}^i, \text{ мин.} \quad (30)$$

где $T_{\text{под}}^i$ – продолжительность выполнения подачи вагонов на i -й грузовой объект, мин.;

$T_{\text{пог/выг}}^i$ – продолжительность выполнения погрузки/выгрузки вагонов на i -м грузовом объекте, мин.;

$T_{\text{уб}}^i$ – продолжительность выполнения уборки вагонов с i -го грузового объекта, мин.

Расчетное количество подач/уборок вагонов на/с i -й грузовой объект можно определить по формуле (полученное значение округляется с шагом 0,5):

$$N_{\Phi}^i = \frac{(1440 - T_{\text{тех}})}{T_{\text{ц}}^i}, \text{ раз} \quad (31)$$

где $T_{\text{тех}}$ – продолжительность технологических перерывов по выполнению осмотра инфраструктуры, мин.

Максимальный объем переработки i -го погрузочно-выгрузочного фронта можно определить по формуле:

$$U_{\Phi}^i = N_{\Phi}^i \cdot m_{\text{под}}^i, \text{ ваг.} \quad (32)$$

где $m_{\text{под}}^i$ – количество вагонов в одной подаче, ваг.

Из формул (30) видно, что нет возможности сократить продолжительность выполнения операций по подаче и уборке вагонов. Это, в свою очередь, обосновывает необходимость учета занятости маневровых локомотивов при определении максимального объема переработки погрузочно-разгрузочных фронтов подъездных путей.

В процессе планирования обслуживания грузовых объектов маневровыми локомотивами определяется возможность объединения попутных маршрутов. Чтобы объединить параметры рассматриваемой работы введём следующие обозначения:

M_i – момент предъявления i -й работы, начиная с которого возможно её выполнение);

t_i – продолжительность выполнения i -й работы;

$M_i^{\text{кр}}$ – предельно допустимый («критический») момент окончания выполнения i -й работы;

$\|C_{ik}\|$ – матрица времён хода между пунктами выполнения i -й и k -й работ ($i, k = 1, 2, \dots, N; i \neq k$);

A_1, A_2, \dots, A_N – последовательность предъявленных работ, $A_i = \{M_i, t_i, M_i^{\text{кр}}\}$;

S – последовательность номеров работ $\{i_1, i_2, \dots, i_N\}$;

M_k – момент готовности локомотива к началу работы;

Z_i – опоздание локомотива к i -й работе, если эта работа выполняется первой);

Z_{ik} – опоздание к k -й работе, если она следует за i -й;

$Z_{i_1 i_2 \dots i_r}$ – опоздание к i -й работе после выполнения работ i_1, i_2, \dots, i_{r-1} .

Если

$$P_{ik} = Z_i + M_i + t_i + c_{ik} - M_k. \quad (33)$$

тогда

$$Z_i = \max\{0, M + c_{ik} - M_k\}. \quad (34)$$

$$Z_{ik} = \max\{0, P_{ik}\}. \quad (35)$$

$$Z_{i_1 i_2 \dots i_r} = \max\{0, Z_{i_1 i_2 \dots i_{r-1}} + P_{i_{r-1} i_r} - Z_{i_{r-1}}\}. \quad (36)$$

$$\sum_{r=1}^N Z_{i_1 i_2 \dots i_r} = \sum_{r=1}^N Z_i + (N-1) \times (Z_{i_1 i_2} - Z_{i_2}) + (N-2)(Z_{i_1 i_2} - Z_{i_3}) + \dots + (N-k)(Z_{i_k i_{k+1}} - Z_{i_{k+1}}) + \dots + (Z_{i_{N-1} i_N}) + Z_{i_N}. \quad (37)$$

Приняв выражение (37) в качестве критерия оптимизации, с целью минимизации его значения был использован метод «Ветвей и границ». При этом строится матрица для оценки подмножеств маршрутов, возникающих в процессе ветвления:

$$M_0 = \|a_{ri}\| = \|Z_{ri} - Z_i\|. \quad (38)$$

Его целевая функция заключается в следующем:

$$Z = C_0 + \sum_{k=1}^{N-1} (N-k) a_{i_k i_{k+1}} \rightarrow \min \quad (39)$$

и задача интеграции работы заканчивается выбором оптимального значения $a_{i_k, i_{k+1}}$. Таким образом, была разработана математическая модель планирования эксплуатации маневровых локомотивов на железнодорожных станциях.

В условиях эксплуатации маневровых локомотивов на железнодорожных станциях без прикрепления их к районам необходимо принятие оперативного решения по пересылке локомотивов между грузовыми объектами. При регулировании отправления локомотивов с одного грузового объекта на другой появляется множество вариантов, из которых ставится задача выбрать наиболее рациональный. Сформулируем транспортную задачу. Требуется составить план регулирования маневровых локомотивов, при котором общие затраты локомотиво-километров резервного пробега были бы минимальны. Этот план представляется в виде таблицы (матрицы), строки которой соответствуют грузовым объектам избытка (освобождения) маневровых локомотивов, столбцы – грузовым объектам, нуждающимся в маневровых локомотивах (табл. 4). Строки этого плана представляются в виде таблицы (матрицы) в соответствии с грузовыми объектами с излишками (порожними) маневровыми локомотивами, а столбцы – грузовыми объектами, нуждающимися в маневровых локомотивах.

Таблица 4
Матрица транспортной задачи для разработки метода минимизации резервных пробегов маневровых локомотивов

	1	2	...	<i>j</i>	...	<i>n</i>	
1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	...	C_{1j} X_{1j}	...	C_{1n} X_{1n}	a_1
2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	...	C_{2j} X_{2j}	...	C_{2n} X_{2n}	a_2
...
<i>i</i>	C_{i1} X_{i1}	C_{i2} X_{i2}	...	C_{ij} X_{ij}	...	C_{in} X_{in}	a_i
...
<i>m</i>	C_{m1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}	...	C_{mj} X_{mj}	...	C_{mn} X_{mn}	a_m
	b_1	b_2	...	b_j	...	b_n	

Слева таблицы 4 проставлены номера грузовых объектов, где маневровые локомотивы ожидают работы 1, 2, ..., *i*, ..., *m*; сверху – номера грузовых объектов, нуждающихся в маневровых локомотивах 1, 2, ..., *j*, ..., *n*; справа – избыточное количество маневровых локомотивов на каждом грузовом объекте a_1, a_2, \dots, a_m , внизу – количество недостающих локомотивов по каждому грузовому объекту b_1, b_2, \dots, b_n .

Каждый элемент матрицы на пересечении строки и столбца означает возможную отправку на грузовой объект с недостатком маневровых локомотивов. В общем случае количество отправленных маневровых локомотивов с грузового объекта i на грузовой объект j обозначается как x_{ij} . В верхнем левом углу каждой клетки проставлено расстояние между грузовыми объектами c_{ij} . Затраты локомотиво-километров на передвижения маневрового локомотива с грузового объекта с избытком на грузовой объект с недостатком выражаются произведениями $c_{ij}x_{ij}$, затраты локомотиво-километров на все передвижения. В общем виде транспортная задача линейного программирования, основанного на методе Симплекса, решение сформулировано следующей функцией:

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (40)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= a_i, \quad (i=1, 2, \dots, m); \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= b_j, \quad (j=1, 2, \dots, n). \end{aligned} \right\} \quad (41)$$

Таким образом, разработан алгоритм, инструментальные средства и метод оперативного регулирования тягового подвижного состава на железнодорожных станциях.

При работе маневровых локомотивов, закрепленных за отдельными районами, возникает задача об упорядоченном обслуживании ими грузовых объектов. Исследована возможность решения этой задачи на основе применения метода Коммивояджера. В этом случае поиск минимальной длины пути при упорядоченном обслуживании грузовых объектов маневровыми локомотивами определяется следующей целевой функцией:

$$F(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (42)$$

При ограничениях:

– маневровый локомотив либо пересылается из грузового фронта i в грузовой фронт j , или нет:

$$x_{ij} = 0 \text{ или } 1, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad i \neq j \quad (43)$$

– маневровый локомотив имеет один выезд из грузового фронта i :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (44)$$

– маневровый локомотив имеет один грузовой фронт j :

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (45)$$

Если по планам эксплуатации предусмотрен возврат маневрового локомотива на начальный пункт отправления, то дополнительно применяется следующее условие

$$v_i - v_j + (n-1)x_{ij} \leq n-2, \quad i, j = 2, \dots, n, \quad i \neq j \quad (46)$$

Таким образом, разработан метод упорядоченного обслуживания грузовых объектов маневровыми локомотивами на железнодорожных станциях. На практике обслуживание грузовых объектов маневровыми локомотивами на железнодорожных станциях осуществляется на основе опыта соответствующего персонала. Этот персонал изучив схему станции планирует последовательно обслуживание грузовых объектов в непосредственной близости друг от друга. В результате применения разработанного метода удалось снизить загрузку маневровых локомотивов, уменьшить расход топлива и сократить путь проследования между грузовыми фронтами на 13%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных научных исследований в рамках выполнения докторской диссертации (*DSc*) на тему «Иновационные технологии транспортных процессов в организации маневровой работы на магистральных и промышленных железнодорожных станциях» представлены следующие выводы:

1. Совершенствован метод определения продолжительности выполнения маневровых рейсов за счёт правильного учёта влияний удельного сопротивления движению подвижного состава и сопротивлению уклона на основе расчетных параметров вагонов. В результате появилась возможность разработать алгоритмы и программные продукты расчета продолжительности выполнения маневровых полу рейсов и расхода топлива.

2. Создана автоматизированная система индивидуального нормирования продолжительности выполнения маневровых полу рейсов и расхода топлива в зависимости от характеристик пути железнодорожных станций, веса поезда, климатических условий и типа локомотива. В результате удалось снизить расход топлива на 6% за счет расчета затрат, связанных с приобретением топлива, разработки графика экипировки маневровых локомотивов, снижения человеческого фактора при нормировании и контроле расхода топлива.

3. Разработан новый подход в определении и технико-экономическом обосновании первоочередных станций, имеющих приоритет обновления парка маневровых локомотивов и выбора рационального типа тягового подвижного состава на них. Результаты исследований позволили эффективно использовать рабочий парк маневровых локомотивов, увеличить перерабатывающую способность сортировочной горки при обработке вагонов и обосновать сферу применения приобретаемого подвижного состава.

4. Разработаны комплексные практические мероприятия по рациональному использованию путей сортировочного парка и выбору очередности расформирования составов с учетом особенностей технологического процесса формирования поездов по гибким и твердым

графикам. Применение результатов исследования в практику позволило увеличить средний вес сформированных поездов, снизить загрузженность пути сортировочного парка и сократить время простоя вагонов на 7%.

5. Разработаны инновационные технологии маневровой работы по подборке группы вагонов на двух направлениях на основе последовательности расположения отцепов и мероприятий по выбору рациональной схемы станционных путей. В результате удалось сократить время ожидания подачи вагонов на железнодорожные объекты, продолжительность подбора вагонов в две группы на 15% и пробег маневрового локомотива на 24%.

6. Разработана математическая модель планирования рациональной эксплуатации маневровых локомотивов на железнодорожных станциях с учётом возможности минимизации ожидания локомотивами работы и объединения попутных маршрутов. В результате удалось объединить работу, распределенную по попутным грузовым объектам, подавать вагоны по пути следования в одной передаче и эффективно использовать тяговую мощность маневровых локомотивов.

7. Разработан передовой метод оперативного регулирования тягового подвижного состава на железнодорожных станциях с учётом возможности минимизации резервного пробега маневровых локомотивов и автоматизации принятия эффективного решения. В результате появилась возможность минимизировать время и расстояние резервного пробега маневровых локомотивов, ускорить оборот вагонов, принимать оперативные решения по организации движения маневровых локомотивов.

8. Разработан метод упорядоченного обслуживания грузовых объектов маневровыми локомотивами на железнодорожных станциях с учётом планирования графика передач и повышения полезной работы локомотивов. В результате удалось снизить загрузку маневровых локомотивов, уменьшить расход топлива, сократить путь следования маневрового локомотива между грузовыми фронтами на 13%.

9. Результаты исследования были внедрены на предприятия магистральной и промышленной железной дороги, такие как АО «Узбекистон темир йуллари» и АО «Узметкомбинат». В результате достигнуты эффективное использование топлива, разработка мероприятий по развитию железнодорожной инфраструктуры в зависимости от ожидаемого объема грузов, сокращение времени простоя вагонов и минимизация времени пробега маневровых локомотивов при выполнении технологических операций. Суммарный экономический эффект составляет 1,2 млрд. сум.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC
DEGREE OF THE DOCTOR OF SCIENCES BASED ON SCIENTIFIC
COUNCIL PhD.15/30.12.2019.T.73.01 AT TASHKENT STATE
TRANSPORT UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

SUYUNBAEV SHINPOLAT MANSURALIEVICH

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF TRANSPORT PROCESSES
IN THE ORGANIZATION OF SHUNTING WORK AT MAIN LINE
AND INDUSTRIAL RAILWAY STATIONS**

05.08.03 – Operation of railway transport

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF SCIENCE (DSc)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2022

The theme of the doctoral dissertation (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under №B2021.1.DSc/T421

The doctoral dissertation has been prepared at Tashkent State Transport University.

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

Scientific supervisor:	Aripov Nazirjan Mukaramovich doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Ibragimov Nazrilla Nabievich doctor of technical sciences, professor Dauseitov Ergen Balgaevich doctor of technical sciences, professor Sevinov Jasur Usmonovich doctor of technical sciences, professor
Leading organization:	Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Defense of the dissertation will take place on 10.11.2022 at 15⁰⁰ o'clock at a meeting of One-time Scientific Council PhD.15/30.12.2019.T.73.01 at Tashkent State Transport University. Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz

The doctoral (DSc) dissertation can be reviewed at the Information – Resource Center of the Tashkent State Transport University (Registration number – 057). (Address: 1, Temiryulchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66.

Abstract of dissertation was distributed on 28.10.2022 year (mailing record № 001 on 27.10.2022 year).

J.F. Kurbanov
Chairman of Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences (DSc), docent

A.M. Merganov
Scientific secretary of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
doctor of philosophy on
technical sciences (PhD)

D.X. Baratov
Chairman of this scientific seminar under scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences (DSc), docent



INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The aim of the study is to develop innovative technologies of transport processes in the organization of shunting work at main and industrial railway stations and their practical application.

The object of the study is the main and industrial railway stations, as well as railway sidings serving shunting locomotives.

The subject of the research is the methods of effective organization of shunting work at railway stations and sidings, as well as operational planning of the movement of traction units based on modern information technologies.

Research objectives:

study of the current state of the organization of shunting work at railway stations and issues of increasing their efficiency;

development of a method, algorithm and software tools for calculating the duration of shunting operations and fuel consumption at railway stations;

development and practical application of an automated system for individual rationing of fuel consumption for shunting operations at railway stations;

development of the theory of attaching shunting locomotives to stations and substantiating their scope of application of a rational type, depending on the volume and type of work;

development of technical solutions for performing shunting work on the selection of a group of wagons of a train in two directions based on the choice of a scientifically based project of railway tracks;

development of a mathematical model for the operational planning of shunting locomotives based on the "Branches and Bounds" method, taking into account the possibility of minimizing downtime;

development of methods for the operational regulation of the operation of shunting locomotives based on the solution of the transport problem of minimizing the backup route.

The scientific novelty of the research consists of:

the method for determining the duration of shunting flights has been improved by taking into account the effects of specific resistance to the movement of rolling stock and slope resistance based on the design parameters of cars;

a new approach has been developed in determining and feasibility study of top-priority stations that have the priority of updating the fleet of shunting locomotives and choosing a rational type of traction rolling stock for them, depending on the volume and type of work;

innovative technologies for performing shunting operations on the selection of groups of cars in two directions were developed based on the rational choice of the scheme of station tracks, taking into account the sequence of location and number of cuts in the composition;

a mathematical model for planning the rational operation of shunting locomotives at railway stations has been developed, taking into account the

possibility of minimizing the waiting time for locomotives to work and combining passing routes;

an advanced method for the operational regulation of traction rolling stock at railway stations has been developed, taking into account the possibility of minimizing the reserve run of shunting locomotives and automating the adoption of an effective decision;

a method has been developed for the orderly maintenance of cargo objects by shunting locomotives at railway stations, taking into account the planning of the transmission schedule and increasing the useful work of locomotives.

Implementation of the research results. Based on the results obtained on the development of innovative technologies of transport processes in the organization of shunting work at main and industrial railway stations:

a method for determining the time spent on shunting semi-flights, an automated control system for individual rationing of the duration of shunting operations and fuel consumption, complex practical measures for choosing the sequence of disbanding trains have been introduced at the Unitary Enterprise "Tashkent Regional Railway Junction" (reference JSC "Uzbekistan Railway" dated July 1, 2022 №07/2309). As a result, it was possible to reduce fuel consumption by 6% by identifying factors that affect the use of fuel in excess of the norm, reducing the human factor in rationing and controlling fuel consumption, replenishing the freight train in a flexible and fixed schedule, reducing the loading of sorting fleet tracks and reducing downtime of wagons by 7%, which made it possible to achieve economic efficiency at 87,5 million soums per year;

the newly developed necessary additional instructions for performing shunting work at a particular station were applied in the "Department for the organization of transportation" in the development of "Instructions for drawing up a technical and administrative act of railway stations" (reference JSC "Uzbekistan Railway" dated July 1, 2022 №07/2309). As a result, it became possible to systematically draw up instructions for the maintenance and organization of the movement of access roads;

technological solutions for performing shunting work on the selection of groups of cars in two directions, a mathematical model for planning the operation of shunting locomotives at railway stations, methods for the operational regulation of traction rolling stock and orderly maintenance of railway station freight facilities have been introduced into the "Main Department for the Development and Digitalization of Logistics" (reference JSC "Uzbekistan Railway" dated July 1, 2022 №07/2309). As a result, it was achieved to reduce downtime while waiting for the supply of cars to railway facilities, the duration of the collection of cars in two groups by 15%, the mileage of the shunting locomotive by 24%, the distance between cargo fronts by 13%, and it was also possible to reduce the load, time and distance of the reserve mileage of shunting locomotives, promptly make decisions on organizing the movement of shunting locomotives;

a new approach in the definition and feasibility study of priority stations that have the priority of updating the fleet of shunting locomotives and choosing a rational type of traction rolling stock for them have been introduced into the "Railway Workshop" (reference of JSC "Uzmetkombinat" dated July 1, 2022 №01/06-01/04-238). As a result, it became possible to make sound technical and economic decisions on the choice of a rational type of traction rolling stock, depending on the specifics of the work and the track, as well as to develop measures for the development of railway infrastructure, taking into account the expected volume of traffic, which made it possible to achieve an economic effect of 832.0 million sum.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 190 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Рожков А.В., Суюнбаев Ш.М., Балабаев О.Т., Адилова Н.Д., Машарипов М.Н. Оптимизация внутризаводских железнодорожных перевозок: монография. – Т.: “Complex print”, 2020. – 176 с.
2. Suyunbayev Sh.M. Yuk poyezdlari harakatini o'zgarmas grafik asosida tashkil etishga bosqichma-bosqich o'tishning istiqbollari: monografiya. – Т.: “Complex print”, 2021. – 133 b.
3. Suyunbayev Sh.M., Jumayev Sh.B., Xusenov O'.O'. Axborot texnologiyalari asosida mahalliy vagonlar oqimini tashkil etish va rejalashtirish usullarini takomillashtirish: monografiya. – Т.: “Complex print”, 2022. – 176 b.
4. Suyunbaev Sh.M., Khadjimukhametova M.A., Khudayberganov S.K. Modeling the movement of local cars at a marshalling yard using different networks / International Journal of Mechanical Engineering – India: Kalahari Journals, 2022. – Vol. 7. – №1. – 6292-6303 (*Scopus IF=2.1*).
5. Butunov D.B., Suyunbayev Sh.M., Abdazimov Sh.X., Ikramov G.Sh. Study of the characteristics of factors affecting the norm of time spent on railway carriage at the sorting station / International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2019. – Vol. 6. – Issue 11. – С. 11587-11593. (05.00.00; №8).
6. Худайберганов С.К., Суюнбаев Ш.М., Жумаев Ш.Б. Саралаш станциясида кўп гурухли поездларни тузиш жараёнига Сологуб ва комбинатор саралаш усулларини қўллаш натижалари / ТТЙМИ ахборотномаси. – 2019. – №4. – 62-72 б. (05.00.00; №11).
7. Худайберганов С.К., Суюнбаев Ш.М., Баширова А.М., Жумаев Ш.Б. Кўп гурухли поездларни тузиш жараёнида “Шартли гурухлар бўйича саралаш” ва “Комбинатор саралаш” усулларини қўллаш натижалари / ТТЙМИ ахборотномаси. – 2020. – №1. – 89-95 б. (05.00.00; №11).
8. Rasulov M.X., Suyunbayev Sh.M., Masharipov M.N. / Research of development prospects of transportation hub in JSC “UMC” / ТТЙМИ ахборотномаси. – 2020. – №3. – С. 53-59. (05.00.00. №11).
9. Туранов Х.Т., Суюнбаев Ш.М., Джалилов Х.Х. О динамике скатывания вагона по ускоряющему уклону сортировочной горки / “Ёнгин-портлаш хавфсизлиги” илмий-амалий электрон журнал. Тошкент: Ўзбекистон Республикаси Фавқулудда вазиятлар вазирлиги Академияси, 2020. – №2 (5). – 299-307 б. (05.00.00; №28).
10. Арипов Н.М., Суюнбаев Ш.М., Жумаев Ш.Б. Выбор оптимального количества манёвровых рейсов и последовательности их выполнения при формировании группы вагонов в установленном порядке на основе

информационных технологий / Проблемы информатики и энергетики. – 2020. – №5. – С. 63-71. (05.00.00; №5).

11. Suyunbayev Sh.M., Jumayev Sh.B., Pulatov M.M. The economic basis of improving the process of disbandment and assembly of multi-group trains at stations based on information technologies / Electronic journal of Actual problems of modern science, Education and Training. March 2021. – №6. – pp 80-85. (05.00.00; №26).

12. Aripov N.M., Suyunbayev Sh.M., Jumayev Sh.B., Kayumov Sh.Sh. Method of operational regulation by shunting locomotives at railway stations / Electronic journal of Actual problems of modern science, Education and Training. September 2021. – №9/2. – p. 75-84. (05.00.00; №26).

13. Suyunbayev Sh.M., Balabaev O.T., Bashirova A.M., Embergenov A.B. Planning work of shunting locomotives on the criteria of minimum expectations of work at railway stations / Electronic journal of Actual problems of modern science, Education and Training. November 2021. – №11/2. – pp 63-71. (05.00.00; №26).

14. Суюнбаев Ш.М., Жумаев Ш.Б. “Ч” саралаш станциясида кўп гурухли поездларнинг қайта ишлаш технологиясини тадқиқ этиш / ФарПИ илмий-техника журнали. – 2021. – Том 25, №4. – 14-25 б. (05.00.00; №20).

15. Арипов Н.М., Суюнбаев Ш.М., Хусенов У.У. Метод упорядоченного обслуживания грузовых объектов маневровыми локомотивами на железнодорожных станциях / “Пожаро-взрывобезопасность” научно-практический электронный журнал. – 2021. – № 2 (7). – 197-206 б. (05.00.00; №28).

16. Suyunbaev Sh.M. Study of the possibility of using marshaling tracks in conditions of a fixed schedule of freight trains traffic / Aripov N.M., Rasulov M.Kh., Suyunbayev Sh.M., Nazhenov D.Ya. // “Qoraqalpog’istonda fan va ta’lim” ilmiy jurnal. Nukus: Qoraqalpoq davlat universiteti, 2021. – №4/2 (20). – 47-57 b. (05.00.00; №27).

17. Suyunbaev Sh.M. The research of methods on formation of multigroup trains / Suyunbaev Sh.M., Jumaev Sh.B., Akhmedova M.D., Khusenov U.U. // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training. – Urgench: Urgench State University, 2022. – №2. – P. 16-27. (05.00.00; №26).

18. Suyunbaev Sh. Determination of additional resistance to train movement from profile elements of railway sidings of industrial facilities / Rozhkov A., Suyunbaev Sh., Balabaev O., Salfetnikov V., Nartov M. // Труды университета. – 2022. – №2 (87). – С. 211-216. (CrossRef; №35).

II бўлим (II часть; II part)

19. Suyunbayev Sh.M. Kam xarajatli tortuv tarkiblarini manyovr ishlariga jalb etish bo’yicha xorijiy tajribalar / Sh.M. Suyunbayev, M.M. Po’latov // “MASHNASOZLIK” ilmiy xabarnomasi jurnali. – Andijon: AnMI, 2018. – №2. – 96-103 b.

20. Суюнбаев Ш.М. “Mercedes-Benz Unimog” русумли локомобилни “Тукимачи” темир йул станциясидаги манёвр ишларида кўллашнинг самарадорлиги / Суюнбаев Ш.М., Ибрагимова Г.Р., Саъдуллаев Б.А. // “Машинасозлик” хабарномаси. – Андижон: АнМИ. 2019. – №1. – 124-128 б.

21. Суюнбаев Ш.М. Влияние расписания грузовых поездов по отправлению в условиях твердого графика движения на показатели составаобразования / Ш.Б. Жумаев, Ш.М. Суюнбаев, М.Д. Ахмедова // Сборник материалов VII Международного межвузовского научно-практического конференции-конкурса научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения» – МУИТ в Республики Киргизия, 2019. – С. 25-29.

22. Суюнбаев Ш.М. Исследование локомотивных составляющих в интермодальных и юнимодальных перевозках / Суюнбаев Ш.М., Куанышбаев Ж.М., Машарипов М.Н. // Наука и мир. – Волгоград: ООО “Издательство Научное обозрение”, 2019. – №6. – С. 49-52.

23. Суюнбаев Ш.М., Саъдуллаев Б.А. Формирование многогруппных составов на двустороннем сортировочном устройстве / Universum: технические науки (электронный научный журнал). – Российская Федерация: ООО «МЦНО», 2020. – №9 (78). – С. 5-7. (Ulrich's Periodicals Directory; №18).

24. Butunov D.B., Khudayberganov S.K., Suyunbaev Sh.M. Modeling of unproductive losses in the operation of a sorting station / Solid State Technology Blind Peer Review Referred Journal – USA, 2020. – Vol. 63. – №6. – С. 6-19.

25. Bekjanova S.E., Isina B.M., Altaeva J.J. Suyunbayev Sh.M. Introduction of a single intellectual management system and automation of production processes on railway transport / Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems – USA: Institute of Advanced Scientific Research, 2020. – Vol. 12. – Special issue 06. – С. 706-712 (*Scopus*).

26. Суюнбаев Ш.М. Процесс расформирования и формирования многогруппного поезда на железных дорогах АО «Узбекистан темир йуллари» / Ш.М. Суюнбаев, Ш.Б. Жумаев, М.Д. Ахмедова // Транспорт шёлкового пути 2020. – №3. – С. 30-37.

27. Aripov N.M., Suyunbaev Sh.M., Azizov F.K., Bashirova A.M. Method for substantiating the spheres of application of shunting locomotives at sorting stations / E3S Web of Conferences, 2021, 264, 05048. (*Scopus*).

27. Aripov N.M., Suyunbaev Sh.M., Jumaev Sh.B., Rozhkov A.V. Rapid planning of mixed-structure train organization in the context of non-proportional wagon-flows / Design Engineering (Toronto), Issue 9 (2021). – pp. 6062- 6078. <http://thedesigengineering.com/index.php/DE/article/view/7653> (*Scopus*).

29. Suyunbaev Sh.M., Issina B.M., Bekzhanova S.E., Khaibullin R., Muratbekova G., Altayeva Z.Z., Jumaev Sh.B. The algorithm of an intelligent transport system with the formation of information technology capabilities / Design Engineering (Toronto), Issue 9 (2021). pp. 6079- 6090. <http://thedesigengineering.com/index.php/DE/article/view/7654> (*Scopus*).

30. Suyunbayev Sh. M., Akhmedova M. D., Sadullaev B.A., Nazirov N.N. Method for choosing a rational type of shunting locomotive at sorting station / Scientific progress. December 2021. – Vol. 2. – Issue 8. – P. 786-792. <http://scientificprogress.uz/storage/app/media/2-8.%20145.%20786-792.pdf>.

31. Suyunbayev Sh.M., Khudayberganov S.K., Svetashev A.A., Jumayev Sh.B., Mikhayeva D.B., Olimov A.R. Method of determining the minimum required number of sorting tracks, depending on the length of the group of wagons / Revista geintec-gestao inovacao e tecnologias (Management, Innovation and Technologies), Vol.-11 Issue-2 (2021). pp. 1941-1960.

32. Aripov N.M., Suyunbaev Sh.M., Khadjimukhametova M.A., Jumaev Sh.B. Technology of shunting operations to divide a group of wagons in the freight train into two directions / International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2021 AS). Volume 265, 2021. (*Scopus*).

33. Суюнбаев Ш.М., Жумаев Ш.Б., Бўриев Ш.Х., Туропов А.А. Темир йўл участкаларида маҳаллий вагонлар окимини турли тоифадаги поездлар билан ташкил этиш усулларини техник-иктисодий баҳолаш / Academic Research in Educational Sciences (ARES), Vol. 2, Issue 6 (2021). – 492-509 б. (Scientific Journal Impact Factor; №23).

34. Суюнбаев Ш.М., Жумаев Ш.Б., Саъдуллаев Б.А. Кам харажатли тортув харакат таркибини темир йўл станциясидаги манёвр ишларида қўллашнинг самарадорлиги / Academic Research in Educational Sciences. Vol. 2, Issue 10 (2021), 100-110 б. (Scientific Journal Impact Factor; №23).

35. Aripov N.M., Suyunbayev Sh.M., Najenov D.Y. Manyovr ishlarida tortuv hisoblarini bajarish uchun poyezdning natur varag'i asosida vagonlarning harakatiga o'rtacha og'irlikdagi solishtirma qarshilikni hisoblash usulini avtomatlashtirish / Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, Vol. 1, Issue 10 (2021). – 50-59 b. (Scientific Journal Impact Factor; №23).

36. Бутунов Д.Б., Суюнбаев Ш.М., Ахмедова М.Д. Особенности построения стохастической модели оценки параметра непроизводительного потеря / Academic Research in Educational Sciences (ARES), Vol. 2, Issue 11 (2021). – 348-362 б. (Scientific Journal Impact Factor; №23).

37. Suyunbayev Sh.M. Vagonlar avtotormozlarini qo'shmasdan manyovr ishlarini bajarishni texnologiyasining qo'llanish doirasini tadqiq qilish / Arpabekov M.I., Rasulov M.X., Suyunbayev Sh.M., Xo'jayev Sh.K. // Молодой специалист. – 2022. – №1 (1). – С. 5-15.

38. Suyunbayev Sh.M. Elektr markazlashtirilmagan stansiyalarda manyovr lokomotivining yuk ob'ektlariga xizmat ko'rsatish texnologik operatsiyalarini bajarishda band bo'lish davomiyligini aniqlash usuli / Aripov N.M., Suyunbayev Sh.M., Xusenov O.O., Po'latov M.M., Adizov I.H. // Молодой специалист. – 2022. – №1 (1). – С. 16-25.

39. Suyunbaev Sh.M. Choosing a rational option for organizing shunting work at intermediate stations / Suyunbaev Sh.M., Jumaev Sh.B., Sadullaev B.A.,

Mustafayeva K.N. // Young Scientist. – 2022. – №5 (400). – P. 24-29. (Ulrich's Periodicals Directory; №18).

40. Suyunbaev Sh.M. Research of the effect of transition of standart weight of trains on locomotive use indicators / Suyunbaev Sh.M., Masharipov M.N., Umirzakov D.D., Sadullaev B.A., Allamuratova M.S. // Young Scientist. – 2022. – №12 (407). – P. 23-28. (Ulrich's Periodicals Directory; №18).

41. Suyunbaev Sh.M. Vagonlar guruhini yuk ob'ektlariga uzatish va olib chiqish texnologik amallarini bajarishda manyovr lokomotivining band bo'lish davomiyligini aniqlash usuli / Aripov N.M., Suyunbaev Sh.M., Xusenov O.O., Po'latov M.M. // Молодой ученый. – 2022. – №15 (410). – С. 371-379. (Ulrich's Periodicals Directory; №18).

42. Суюнбаев Ш.М. Влияние штата работников промышленного транспорта на перевозочную способность маневрового локомотива при вывозной работе / Расулов М.Х., Суюнбаев Ш.М., Машарипов М.Н., Иброхимов Ў.О. // Молодой специалист. – 2022. – №1 (1). – С. 68-73.

43. Суюнбаев Ш.М. Анализ выполнения нормы расхода топлива маневровым локомотивом на станции «К» / Суюнбаев Ш.М., Наженев Д.Я., Хусенов У.У. // Молодой специалист. – 2022. – №1 (2). – С. 54-59.

44. Суюнбаев Ш.М. Пути снижения расхода топлива в маневровой работе на железнодорожных станциях АО «Ўзбекистон темир йўллари» / Ш.М. Суюнбаев, Б.О. Рахимов // Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых «Транспортная логистика, мультимодальные перевозки». – Ташкент: ТаШИИТ, 2016 – С. 115-116.

45. Суюнбаев Ш.М. Поездлар тузиш режасидаги хар бир йўналишлар бўйича харакатланувчи вагонлар окимининг ваكت бирлигида ўзгариш чегарасини аниклаш / Ш.М. Суюнбаев // “Темир йўл транспортада ресурс тежамкор технологиялар” Хорижий олимлари иштирокидаги республика илмий-техника анжумани маколалари тўплами – Т.: ТТИМИ, 2017. – 32-34 б.

46. Суюнбаев Ш.М. Анализ основных эксплуатационных показателей работы сортировочной станции «Ч» / Ш.М. Суюнбаев, Д.Б. Бутунов // Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых “Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте”. – Ташкент: ТаШИИТ, 2018. – С. 23-26.

47. Suyunbaev Sh.M. “Chuqursoy” saralash stansiyasida ko'p guruhli poyezdlarni qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish / Sh.M. Suyunbaev, B.A. Sa'dullayev, O.O. Xusenov // “Kimyo, qurilish materiallari sanoati hamda turdosh ishlab chiqarish sohalariga innovatsion texnika va texnologiyalarni joriy etishning dolzarb muammolari” mavzusida I-Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Farg'ona: FarPI, 2019. – 282-285 b.

48. Суюнбаев Ш.М. Анализ выполнение норм времени нахождения вагонов в сортировочном парке по его составляющим элементам / Н. Хуанган, Ш.М. Суюнбаев, Д.Б. Бутунов, А.Р. Кенжекеева // Труды международной

научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производство – основа реализации Плана нации (Сагиновские чтения №11)». – Караганда: КарГТУ, 2019. – С. 306-310.

49. Суюнбаев Ш.М. Анализ межгосударственного плана формирования грузовых поездов АО «Узбекистон темир йуллари» / Суюнбаев Ш.М., Михаева Д.Б., Назиров Н.Н. // Наука – эффективный инструмент познания мира: материалы II международной научно-практической конференции. – М.: Издательство ЦПМ «Академия Бизнеса», 2019. – С. 109-111

50. Суюнбаев Ш.М. Вагон оқимлари асосий параметрларининг эҳтимоллик хусусиятларини таҳлил этиш / Ш.М. Суюнбаев., Ш.Б. Жумаев // “Илм-фан тараккиётида ёшларнинг ўрни” мавзусида Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим Вазирлиги микёсидаги илмий конференция материаллари тўплами – Андижон: АндМИ, 2020. – 75-78 б.

51. Суюнбаев Ш.М. Выбор рационального варианта организации маневровой работы на станции / Ш.М. Суюнбаев, Б.А. Саъдуллаев // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей второй международной научной конференции. – Казань.: ООО «Конверт», 2020. – С. 183-186.

52. Суюнбаев Ш.М. Исследование целесообразности технологии подборки местных вагонов на сортировочной станции Чукурсай / Ш.М. Суюнбаев, Ш.Б. Жумаев // “Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: VIII Международная научно – практическая конференция”: сб. науч. трудов / под ред. Г.Т.Мерзадиновой – Нур-Султан.: ЕНУ, 2020. – С. 149-151.

53. Суюнбаев Ш.М. Анализ категории и средней дальности грузовых поездов сортировочной станции Чукурсай / Ш.М. Суюнбаев, Н.Н. Назиров // Сборник материалов VIII международной научно – практической конференции: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения». – Нур-Султан: ЕНУ, 2020. – С. 151-154.

54. Суюнбаев Ш.М. «Қарағанды-Сұрыптау» станция жұмысын жетілдіру / О.Т. Балабаев, С.Е. Қайырбеков, Ш.М. Суюнбаев // Труды международной научно-практической online конференции «Интеграция науки, образования и производство – основа реализации Плана нации (Сагиновские чтения №12)». – Караганда: КарГТУ, 2020. – С. 557-558.

55. Суюнбаев Ш.М. Анализ стратегий управления грузовым составом на перегоне «Ст. Распорядительная - Ст. Пришахтинская» КПТУ АО «Арселормиттал Темиртау» / О.Т. Балабаев, Ш.М. Суюнбаев, М.А. Нартов // Труды международной научно-практической online конференции «Интеграция науки, образования и производство – основа реализации Плана нации (Сагиновские чтения №12)». – Караганда: КарГТУ, 2020. – С. 662-664.

56. Суюнбаев Ш.М. Разработка методики энергооптимальных тяговых расчетов для тепловозов промышленного транспорта / Ш.М. Суюнбаев, М.А. Нартов // Сборник материалов IX международной научно – практической

конференции: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения». – Нур-Султан: ЕНУ, 2021. – С. 13-17.

57. Suyunbaev Sh.M. Intellectualization of making decision process's for the preparation of shunting routes at non electrical interlocking stations / Shinpolat Suyunbaev, Sherzod Jumaev // Intelligent transport systems – Master's program for Uzbekistan. Co funded by the Erasmus+ Programme of the European Union (INTRAS), Gduńsk, April, 2021. – pp. 231-238.

58. Суюнбаев Ш.М. Использование сортировочных станций и транспортно-логистических центров в крупных городах / Арипов Н.М., Суюнбаев Ш.М., Хаджимухамедова М.А. // Фёдор Петрович Кочнев – выдающийся организатор транспортного образования и науки в России: Труды международной научно-практической конференции – М.: РУТ (МИИТ), 2021. – С. 42-48.

59. Суюнбаев Ш.М. Имитационное моделирование времени оборота вагонов на подъездном пути металлургического предприятия / О.Т. Балабаев, Ш.М. Суюнбаев, М.А. Нартов // Труды международной научно-практической *online* конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», посвященной 30-летию Независимости Республики Казахстан. – Караганда: КарГУ, 2021. – С. 1766-1768.

60. Суюнбаев Ш.М. Оптимизация процесса принятия решений по подготовке маневровых маршрутов на станциях без централизации стрелочных переводов / А.В. Рожков, Ш.М. Суюнбаев, И.Х. Адизов // Труды международной научно-практической *online* конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», посвященной 30-летию Независимости Республики Казахстан. – Караганда: КарГУ, 2021. – С. 1763-1765.

61. Суюнбаев Ш.М. Исследование перспектив применение механизированных средств закрепления подвижного состава на полигоне АО «Узбекистон темир йуллари» / Суюнбаев Ш.М., Рожков А.В., Худайбергенов С.Ю. // Труды международной научно-практической *online* конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №13), посвященной 30-летию Независимости Республики Казахстан. – Караганда: КарГУ, 2021. – С. 1769-1771.

62. Suyunbayev Sh.M. Manyovr yarim reyklarini bajarishda vagonlarning harakatiga o'rtacha og'irlikdagi solishtirma qarshilikni hisoblash / Suyunbayev Sh.M., Jumayev Sh.B., Kayumov Sh.Sh. // "Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlarini ishlab chiqarishning rivojlanishdagi o'rni va vazifalari" mavzusida Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Farg'ona: FarPI, 2021. – 340-343 b.

63. Suyunbayev Sh.M. Manyovr ishlarida tortuv hisoblarini bajarish uchun poyezdning natur varag'i asosida vagonlarning hisobiy parametrlarini aniqlash usulini avtomatlashtirish / N.M. Aripov, Sh.M. Suyunbayev // "Transportda innovatsion axborot texnologiyalarini rivojlantirishning dolzarb masalalari"

1-Respublika ilmiy-texnik anjumanining materiallari. – Toshkent: TDTrU, 2021. – 93-98 b. <https://doi.org/10.47689/978-9943-7818-0-1-pp93-98>.

64. Суёнбаев Ш.М., Жумаев Ш.Б. “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ станцияларида вагонларнинг туриб қолиш вақтларини таҳлил қилиш натижалари / “Транспорт ва логистика: Республика транспорт-транзит салоҳиятини ривожлантиришда рақамли технологиялар” Республика илмий-техникавий конференцияси материаллар тўплами. – Тошкент: TDTrU, 2021. – 751-755 б.

65. Суёнбаев Ш.М. Исследование перевозочной способности маневрового локомотива при вывозной работе с промышленного предприятия / Суёнбаев Ш.М., Айнақулова Т.С. // Сборник трудов международной научно – практической конференции: «Образование и наука: вызовы IV промышленной революции», посвященной 80-летию академика А. Куатбекова. – Шымкент: Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова, 2022. – С. 79-82.

66. Suyunbaev Sh.M. Automation of the method of calculation of main comparative resistance to maneuver traffic in industrial railway transport / Suyunbaev Sh.M., Sadullaev B.A. // Актуальные вопросы цифровизации образования и науки: сб. науч. тр. на материалах V Междунар. конкурса науч. работ и творч. проектов студ. и магистрантов по использованию ИКТ: науч. электрон. изд. – Караганда: Изд-во НАО «Карагандинский ун-т им. акад. Е.А. Букетова», 2022. – С. 194-199.

67. Suyunbayev Sh.M., Xusenov O'.O'.., Po'latov M.M. Vagonlar guruhini yuk ob'yektlari talablari bo'yicha stansiya yo'llarida jamlashda manyovr lokomotivining band bo'lish davomiyligini aniqlash / “Barqaror transport tizimlari – barqaror iqtisodiyot uchun” xalqaro ilmiy-texnika anjuman materiallari to'plami. – T.: TDTrU, 2022. – 322-326 b.

68. Аскарлов Б.Ш., Суёнбаев Ш.М., Сарсембеков Б.К. Новый подход к расчету максимального объема переработки погрузочно-выгрузочных фронтов подъездных путей / “Barqaror transport tizimlari – barqaror iqtisodiyot uchun” xalqaro ilmiy-texnika anjuman materiallari to'plami. – T.: TDTrU, 2022. – 345-353 b.

69. Suyunbayev Sh.M. Yuk poyezdlari tarkibidagi vagonlar sonining o'rnatilgan qat'iy me'yori bilan belgilangan o'zgaruvchan harakat grafigida tarkib yig'ilish ko'rsatkichlarining avtomatlashtirilgan hisobi / Sh.M. Suyunbaev, Sh.B. Jumayev, Sh.Sh. Kayumov, S.T. Boltayev // O'zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi. EHM uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvoynoma. DGU 06073, 08.02.2019 y.

70. Суёнбаев Ш.М. Ўзгарувчан харакат графиги шароитида станцияларда манёвр локомотивлари сонини аниқлашнинг автоматлаштирилган ҳисоби / Ш.М. Суёнбаев, Ш.Б. Жумаев, М.Н. Машарипов // Ўзбекистон Республикаси Адлия Вазирлиги ҳузуридаги

Интеллектуал мулк агентлиги. ЭХМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома. DGU 06141, 13.03.2019 й.

71. Суёнбаев Ш.М. Ўзгарувчан график шаронтида поездлар таркатиш навбатини танлаш / Ш.М. Суёнбаев, Ш.Б. Жумаев, Б.А. Саъдуллаев, Б.Ф. Тураев // Ўзбекистон Республикаси Адлия Вазирлиги хузуридаги Интеллектуал мулк агентлиги. ЭХМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома. DGU 06384, 15.05.2019 й.

72. Суёнбаев Ш.М. Программа для выбора оптимального количества манёвровых рейсов и последовательность их выполнения при формировании группы вагонов в установленном порядке / М.Х. Расулов, Ш.М. Суёнбаев, М.Н. Машарипов, Н.К. Арипов, Ш.Б. Жумаев // Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве Юстиции Республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. DGU 09218 от 19.10.2020 г.

73. Суёнбаев Ш.М. Фойдаланиш харажатларини таққослаш асосида терма, участка ва терма-участка поездлари харакатини ташкил этишининг тезкор режалаштириш усулини автоматлаштириш / Ш.М. Суёнбаев, Ш.Б. Жумаев, Э.С. Абдуллаев, Н.Н. Назиров // Ўзбекистон Республикаси Адлия Вазирлиги хузуридаги Интеллектуал мулк агентлиги. ЭХМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома. DGU 11359, 14.06.2021 й.

74. Suyunbayev Sh.M. Manyovr yarim reyslarini bajarish uchun poyezdning natur varag'i asosida vagonlarning hisobiy parametrlarini aniqlash / Suyunbayev Sh.M., Masharipov M.N., Kayumov Sh.Sh., Xusenov O.O., Jumayev Sh.B. // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 13971, 28.12.2021 y.

75. Suyunbayev Sh.M. Temir yo'l stansiyalaridagi yuk ob'ektlariga manyovr lokomotivlari tomonidan xizmat ko'rsatish ketma-ketligini aniqlash uchun dastur / Suyunbayev Sh.M., Aripov N.M., Jumayev Sh.B., Yembergenov A.B., Soliyev T.S. // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 13972, 28.12.2021 y.

76. Suyunbayev Sh.M. Temir yo'l stansiyalaridagi tortuv harakat tarkiblarini tezkor taqsimlash uchun dastur / Aripov N.M., Suyunbayev Sh.M., Jumayev Sh.B., Xusenov O.O., Soliyev T.S. // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 14197, 14.01.2022 y.

77. Suyunbayev Sh.M. Temir yo'l transportida manyovr tarkibining harakatiga umumiy qarshilikni hisoblash uchun dastur / N.M. Aripov, Sh.M. Suyunbayev, Sh.B. Jumayev, O.O. Xusenov, M.M. Po'latov, B.A. Sa'dullayev, T.S. Soliyev // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi

huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 15182. 22.03.2022 y.

78. Suyunbayev Sh.M. Manyovr tarkibidan vagonlarni uzishga sarflanadigan vaqt miqdorini aniqlash uchun dastur / Sh.M. Suyunbayev, Sh.B. Jumayev, O'.O'. Xusenov, B.A. Sa'dullayev, K.N. Mustafayeva // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 15655. 23.04.2022 y.

79. Suyunbayev Sh.M. Manyovr tarkibining to'xtash yo'li uzunligini hisoblash uchun dastur / Sh.M. Suyunbayev, Sh.B. Jumayev, O'.O'. Xusenov, M.M. Po'latov, B.A. Sa'dullayev, T.S. Soliyev // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 15818. 30.04.2022 y.

80. Suyunbayev Sh.M. Manyovr tarkibiga vagonlarni ulashga sarflanadigan vaqt miqdorini aniqlash uchun dastur / Sh.M. Suyunbayev, M.N. Masharipov, O'.O'. Xusenov, M.M. Po'latov, K.N. Mustafayeva, Aytmatova Z.O. // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 16100. 11.05.2022 y.

81. Suyunbayev Sh.M. Manyovr yarim reyklarini bajarishga sarflanadigan vaqt davomiyligini hisoblash uchun dastur / N.M. Aripov, Sh.M. Suyunbayev, O'.O'. Xusenov, M.M. Po'latov, B.A. Sa'dullayev, T.S. Soliyev // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. DGU 16776. 12.06.2022 y.

82. Suyunbayev Sh.M. Manyovr yarim reyklarini bajarishga sarflanadigan yoqilg'i miqdorini hisoblash uchun dastur / N.M. Aripov, Sh.M. Suyunbayev, O'.O'. Xusenov, T.S. Soliyev, K.N. Mustafayeva // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Ma'lumotlar bazasining rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. BGU 00674. 28.06.2022 y.

Автореферат «ТДТрУ ахборотномаси» илмий-амалий журнали
тахририятида тахрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди
(16.09.2022 й.).

Қоғоз бичими 60×84/16. Ризограф босма усули Times New Roman
гарнитураси. Шартли босма табағи: 4,4 б.т. Адади: 100 нусха.

Буюртма № 43-10/2022

Нашрга рухсат этилди: 27.10.2022 й.

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