

**ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.09.2020.T.124.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

ERNAZAROV AZIZ ALIBAEVICH

**TRANSPORT OQIMINING BOSHQARUV FUNKTSIONALLIGINI
KENGAYTIRISH ORQALI KO‘CHA YO‘L TARMOG‘INING EKOLOGIK
VA YO‘L HARAKATI XAVFSIZLIGINI OSHIRISH**

**05.08.06- G‘ildirakli va gusenitsali mashinalar va ularni ishlatish
(texnika fanlari)**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Andijon-2023

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

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

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

Ernazarov Aziz Alibaevich

Transport oqimining boshqaruv funktsionalligini kengaytirish orqali
ko‘cha-yo‘l tarmog‘ining ekologik va yo‘l harakati xavfsizligini
oshirish..... 3

Эрназаров Азиз Алибаевич

Повышение экологической и дорожной безопасности улично-
дорожной сети расширением функциональности управления
транспортным потоком..... 23

Ernazarov Aziz Alibayevich

Improving the environmental and road safety of the road network
expanding the functionality of traffic flow management..... 45

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works 49

**ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.09.2020.T.124.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

ERNAZAROV AZIZ ALIBAEVICH

**TRANSPORT OQIMINING BOSHQARUV FUNKTSIONALLIGINI
KENGAYTIRISH ORQALI KO'CHA YO'L TARMOG'INING EKOLOGIK
VA YO'L HARAKATI XAVFSIZLIGINI OSHIRISH**

**05.08.06- G'ildirakli va gusenitsali mashinalar va ularni ishlatish
(texnika fanlari)**

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Andijon-2023

Texnika fanlari buyicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.4.PhD/T3388 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiyasi Andijon mashinasozlik institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Andijon mashinasozlik instituti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasi www.andmiedu.uz va «Ziyonet» Axborot-ta'lim portalida www.ziyonet.uz manziliga joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Bazarov Baxtiyor Imomovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Djumaboev Alijon Bakishevich
texnika fanlari doktori, professor

Azizov Qudratilla Husanovich
texnika fanlari nomzodi, professor

Etakchi tashkilot:

Namangan muhandislik-qurilish instituti

Dissertatsiya himoyasi Andijon mashinasozlik instituti huzuridagi PhD.03/30.09.2020.T.124.01 raqamli Ilmiy kengashning 2023 yil «19» avgust soat 9³⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 170119, O'zbekiston Respublikasi, Andijon shahar, Bobur SHoh ko'chasi 56 Tel: (+99874) 223-47-18; faks: (+99874) 223-43-67, e-mail: u.madrahimov@andmiedu.uz, Andijon mashinasozlik instituti, «Avtomobilsozlik» fakulteti, (kichik anjumanlar zali).

Dissertatsiya bilan Andijon mashinasozlik instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (10 -raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 170119, Andijon shahar, Bobur SHoh ko'chasi 56 uy tel: (+99891) 612-30-06; faks: (+99874) 223-43-67

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil «7» 08 kuni tarqatilgan.

(2023 yil «7» 08 dagi № 10 raqamli reestr bayonnomasi).



(Handwritten signatures in blue ink)

U.M.Turdialiev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
raisi, t.f.d., katta ilmiy xodim

X.U.Akbarov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
Ilmiy kotibi, t.f.n., dots.

K.Qosimov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiya annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda ko‘cha-yo‘l tarmog‘ida transport oqimlarni boshqarish va prognozlash tizimining samarali usullarini ishlab chiqishda zamonaviy axborot texnologiyalar qo‘llash etakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. Jahon bankining 73228-RU sonli hisobotida «shaharlarda mavjud transport muammolarini hal qilish uchun qulay shart-sharoitlarni yaratish va transportni boshqarishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish kerak»¹ deb aytib o‘tilgan. Dunyo miqyosida yangi innovatsion texnologiyalarni qo‘llash orqali yo‘l harakatini nazorat qilish hamda transport oqimlarini atrof muxitga zararli ta‘sirini kamaytirib transport oqimlarini boshqarishni tashkil qilish va uni amaliyotga joriy etishni taqazo etadi. Shu jixatdan ko‘cha-yo‘l tarmog‘ida transport oqimlarni boshqarish va prognozlash tizimining samarali usullarini ishlab chiqish hamda ulardan samarali foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jaxonda yirik shaharlarda transport oqimlarni boshqarish, tirbandliklarning oldini olish, transport vositalarining atrof-muhitga etkazadigan zararini kamaytirish uchun transport oqimlarini boshqarish va prognozlashning nazariy asoslarini takomillashtirishga yo‘naltirilgan keng ko‘lamli ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, raqamli texnologiyalarga asoslangan transport oqimlarini boshqarish, eng maqbul boshqaruv tizimini tanlash orqali avtotransport infrotuzilmasidan foydalanish samaradorligini oshirish bo‘yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Bu borada ko‘cha-yo‘l tarmog‘ida transport oqimlarini boshqarishda raqamli texnologiyalarni joriy etilishi va qo‘llanilishiga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda shahar ko‘chalaridagi tirbandliklarni oldini olish, yo‘l-transport hodisalari sonini kamaytirish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan, «...xavfsiz harakatlanish sharoitlarini yaratish orqali yo‘llarda avariya va o‘lim holatlarini qisqartirish, Shu jumladan harakatni boshqarish tizimini to‘liq raqamlashtirish...»² bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarini amalga oshirishda, jumladan, ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish va harakatlanish xavfsizligini oshirishda rivojlangan davlatlar tajribalariga asoslangan holda ilg‘or tajribalarni qo‘llash muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 30 oktyabrdagi PF-5863-son «2030 yilgacha bo‘lgan davrda O‘zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish kontseptsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi Farmoni «Yo‘l xaritasi»ning 4-bandida atmosfera havosini muhofaza qilish bo‘yicha chora-tadbirlar rejasida «... magistrallardagi yuklama darajasini pasaytirish, transport oqimi tarkibini, tezlik rejimini, tartibga solish siklini optimallashtirish hisobiga yo‘l

¹ Jaxon bankining 73228-RU xisoboti

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/534831468307481001/text/732280REVISED000Logo0g.txt>

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

harakatini to'g'ri tashkil etishni ta'minlash»³ hamda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 4 apreldagi PQ-190-son «Avtomobil yo'llarida inson xavfsizligini ishonchli ta'minlash va o'lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi Qarorining 1-bandida dolzarb yo'nalish sifati belgilangan «... yo'l harakatini tashkil etishni to'liq raqamlashtirish, ilg'or axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy qilgan holda, yangi boshqaruv va nazorat tizimlarini tadbiq qilish»⁴ kabi vazifalarni bajarishda hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-xuquqiy xujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II «Energiya va energiya resurslarini tejash» ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Transport oqimlarini boshqarishni tashkil etishning nazariy jihatlarini o'rgangan xorijiy olimlar: D.Dryu, A.J. Miller, K.M. Kokelman, R.V. Stoks, D.A. Skradjs, F.V. Vebster, V.V. Silyanov, G.I. Klinkovshteyn, M.B. Afanasev, E.M. Lobanov, V.A. Korchagin, V.V. Ziryanov va boshqalar.

Mamlakatimizning olimlari B.A.Xodjaev, Q.X. Azizov, I.S. Sadikov, A.A. Nazarov, J.I. Sodikov va boshqalar transport oqimlarini boshqarishni tashkil etish, yo'l va ekologik xavfsizlik muammolarining echimi bo'yicha tadqiqot ishlarini olib borganlar.

Biroq tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, shaharlarning transport tarmog'ini boshqarish samaradorligini oshirish uchun boshqaruv tizimini tashkil etish murakkab jarayon bo'lganligi sababli, unga ta'sir etuvchi omillarga alohida e'tibor berish kerak. Shu sababli, shahar sharoitida transport oqimini boshqarishni tashkil etish samaradorligini oshirish uchun ko'cha-yo'l tarmog'ida transport oqimlarini boshqarishni tashkil etishga ta'sir qiluvchi omillarning xilma-xilligini hisobga olgan holda transport oqimini boshqarish usullarini takomillashtirishning samarali echimlari to'liq topilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasaning ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Ilmiy tadqiqot ishi Andijon mashinasozlik institutining ilmiy tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq hamda Jizzax politexnika instituti va Jizzax shahar hokimligi o'rtasida tuzilgan 2020-yil 10-iyunda № 32-sonli "Jizzax shahrining transport modelini rivojlantirish bo'yicha muhandislik xizmatlarini ko'rsatish" mavzusidagi shartnoma doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi: Ko'cha yo'l tarmog'ining ekologik va yo'l harakati xavfsizligini ta'minlash maqsadida transport oqimining boshqaruvini optimallashtirish.

Tadqiqotning vazifalari:

magistral ko'chalarda joylashgan chorraxalarda transport vositalarining to'yingan oqimini aniqlash;

³ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 30 oktyabrdagi PF-5863-sonli farmoni

⁴ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 4 apreldagi PQ-190-son qarori

shaharlarning magistral ko'chalarida svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirishning matematik xisobi va algoritmini ishlab chiqish;

shahar magistral ko'chalarining tartibga solinadigan chorrahalarida yuzaga kelgan tirbandliklarda transport vositalaridan chiqadigan zararli moddalar miqdorini hisoblash metodikasini takomillashtirish;

transport vositalarining atrof-muhitga ta'sirini va magistral ko'chalardagi chorrahalarda tirbandliklarni kamaytirish maqsadida, svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirish kompyuter modelini ishlab chiqish.

Tadqiqotning ob'ekti: Shaharlarning magistral ko'chalaridagi transport oqimlari.

Tadqiqotning predmeti: ko'cha-yo'l tarmog'ida tartibga solinadigan chorrahalaridagi transport oqimlarini boshqarish jarayonlari.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotda tizimli va statistik tahlil usullari, eksperimental tadqiqotlar usuli, kompyuter simulyatsiya, matematik hisoblash va tahlil qilish usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi:

avtotransport harakatini simulyatsion modellashtirish hamda avtomobillar oqimini kompyuter simulyatsiyasi asosida to'yingan oqimini korreksiya qilish koeffitsiyenti aniqlangan;

magistral ko'chalarda avtomobil harakatining boshida svetofordagi qaysi signal bo'lishni hisobga olgan holda i svetoforning sikl momentini aniqlash formulasi olingan;

shahar magistral ko'chalari chorrahalarida transport vositalarining kechikish vaqti koeffitsiyentini transport vositalardan chiqadigan zararli moddalar miqdoriga bog'liqligi chorrahaning xizmat kursatish darajasiga (LOS-Level of service) bog'langan xolda aniqlangan;

kompyuter imitatsion model yordamida magistral ko'chada svetofor ob'yektlarini sinxronlashtirish asosida transport oqimini siljish parametrlarini fazoviy-vaqt diagrammasi olingan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

magistral ko'chalardagi svetofor ob'ektlarni boshqarishni samarali yo'lga quyish orqali chorrahalaridagi transport vositalarini tirbandliklarini kamaytirish imkoniyati yaratilgan;

svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirishning algoritmi shahar magistral ko'chalarida transport oqimini boshqarish rejimlar ishlab chiqilgan;

shaharlar ekologiyasiga ta'sir darajasini kuzatishda foydalaniladigan atrof-muhitga zararli moddalar chiqarilishini hisoblash metodikasi yaratilgan;

svetofor ob'ektlarining o'zaro bog'liqligi va transport oqimiga ta'sir qiluvchi omillarni hisobga olgan holda transport oqimini boshqarishning kompyuter modeli ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi tadqiqotning zamonaviy usullar va vositalar yordamida amalga oshirilganligi, ularning yordamida eksperimental sinovlarning natijalari litsenziyalangan dasturiy ta'minotda yaratilgan matematik hisob-kitoblar va kompyuter modellari bilan taqqoslangan holda tahlil qilinganligi, nazariy va eksperimental tadqiqotlarning natijasi o'zaro muvofiqligi bilan

izohlanadi.

Tadqiqotda natijalarning ishonchliligi Jizzax viloyati transport boshqarmasi va Jizzax viloyati Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish boshqarmalaridan tegishli tavsiya va takliflarning amaliyotga joriy etilganligi to'g'risidagi dalolatnomalari asosida mutasaddi tashkilotlar tomonidan berilgan ma'lumotnomalar bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati tadqiqotda ishlab chiqilgan nazariy, uslubiy va tashkiliy usullarni qo'llash tartibga solinadigan chorrahalarining maksimal o'tkazuvchanligini ta'minlaydigan svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirishga va avtotransportdan atrof-muhitga chiqadigan zararli moddalarni miqdorini kamaytirish imkonini berishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shaharlarning magistral ko'chalaridagi tartibga solinadigan chorrahalarida svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirish algoritmidan foydalangan holda transport oqimini boshqarishni takomillashtirish va tirbandliklarni kamaytirish orqali shahar ko'cha-yo'l tarmog'ining samaradorligini oshirish va avtotransportdan atrof-muhitga chiqadigan zararli moddalarni miqdorini kamaytirish va shaharlarning ekologik holatini yaxshilash imkonini berishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

Transport oqimini boshqarish funksiyalarini kengaytirish orqali ko'cha-yo'l tarmog'ining ekologik va yo'l harakati xavfsizligini yaxshilash bo'yicha olingan natijalar asosida:

magistral ko'chalarning tartibga solingan chorrahalarida svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirish usuli Jizzax shahar Transport boshqarmasi faoliyatida amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Transport Vazirligining 2022 yil 19 sentyabrdagi 2/5569-son ma'lumotnomasi). Natijada transport vositalarining kechikishini 24% ga, magistral ko'chaning boshlang'ich nuqtasidan to oxirigacha bo'lgan o'rtacha xarakatlanish vaqti 26% ga kamayishiga imkon yaratilgan;

transport oqimini optimal boshqaruv rejimlaridan foydalanish va tartibga solingan chorrahani sinxronlashtirish orqali transport vositalaridan chiqayotgan zararli moddalar miqdorini aniqlash Jizzax viloyat Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish boshqarmasining amaliyotiga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligining 2022 yil 19 sentyabrdagi 2/5569-son ma'lumotnomasi). Natijada atrof-muhitga chiqayotgan zararli moddalar miqdorini 28% ga kamaytirishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 8 ta ilmiy konferentsiyada, Shu jumladan, 5 ta xalqaro va 3 ta respublika ilmiy-amaliy konferentsiyalarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 18 ta ilmiy maqola, Shu jumladan dissertatsiyaning asosiy ilmiy natijalarini nashr etish uchun O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola chop etilgan. Bundan tashqari, Respublika Intelektual mulk agentligidan transport oqimidagi transport vositalarini hisoblash uchun mo'ljallangan 2 ta mobil ilova dasturi uchun mualliflik

guvohnomasi olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to‘rtta bob, xulosa, qisqartmalar belgilar ro‘yxati, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 111 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsad va vazifalari, tadqiqot ob‘ekti va predmeti tavsiflangan, dissertatsiya mavzusining respublika fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlariga muvofiqligi ko‘rsatilgan, Ilmiy yangilik va asosiy natijalar keltirilgan, tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, olingan natijalarning ishonchiligi asoslangan, tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilinishi to‘g‘risida ma‘lumotlar, nashrlar va dissertatsiyaning tuzilishi berilgan.

Dissertatsiyaning “**Transport oqimining asosiy ko‘rsatkichlari va ularni tahlil qilish**” deb nomlangan birinchi bobida adabiyotlar tahlili o‘tkazildi, transport oqimining asosiy ko‘rsatkichlari bo‘yicha tadqiqotlar o‘rganildi: transport oqimlarining jadalligi, transport oqimining tarkibi, tartibga solinadigan chorrahalarining o‘tkazuvchanlik darajasi. Yo‘l tarmog‘ida transport kechikishining paydo bo‘lishi sabablari va kechikishlarning ekologik xavfsizlikka ta‘siri o‘rganildi.

Hozirgi kunda shahar transport jarayonlarini rejalashtirishda, transport tizimining samarali ishlashini tadqiq qilish dolzarb yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Transport infratuzilmasini rejalashtirish usullarini takomillashtirish qimmat texnik va qurilish-rejalashtirish echimlari majmuasini talab qiladi. Transport tizimini rivojlantirish va sifatli ishlashini ta‘minlashiga, transport tadqiqotlarini o‘tkazmasdan erishish mumkin emas va ular transportni rejalashtirish jarayonlarining ajralmas qismi hisoblanadi.

Tadqiqotda transport oqimining parametrlari (transport oqimi jadalligi, tarkibi, tezligi va zichligi) tanlab o‘rganish metodikasi asosida o‘rganildi, metodikaning afzalliklari va kamchiliklari har tomonlama tahlil qilindi. Tanlab o‘rganish metodini qo‘llashda transport oqimlari haqida aniq ma‘lumotlarni to‘plashning samarali davomiyligini aniqlangan.

Tartibga solingan chorrahalarining o‘tkazuvchanlik darajasini hisoblash metodologiyasi “to‘yingan oqim” ta‘rifi bilan amalga oshiriladi, bu shaharlarning magistral ko‘chalarida tartibga solinadigan chorrahalarini tahlil qilish, hisoblash va loyihalashda ishlatiladigan asosiy xususiyatdir.

Xozirgi kunda transport vositalar atmosfera havosini ifloslanishining eng jiddiy manbaiga aylandi. Bu, ayniqsa, katta shaharlarda yaqqol seziladi. Transport vositalari sonining ko‘payishining asosiy oqibatlarining atrof-muhitga antropogen ta‘siri ortishidir. Shaharlarning ko‘cha-yo‘l tarmog‘ida harakatlanayotgan transport vositalaridan atrof-muhitga chiqayotgan zararli moddalarning emissiyasini hisoblash usullari, hisoblashga ta‘sir qiluvchi barcha xususiyatlar va omillarni inobatga olgan holda zararining darajasi tahlil qilingan.

Dissertatsiyaning “**Ko‘cha-yo‘l tarmog‘ining o‘tqazuvchanlik darajasini oshirish va atrof-muhitga zararli moddalar emissiyasini kamaytirish maqsadida transport oqimlarini tadqiq qilish metodologiyasi va nazariy hisoblash**” deb nomlangan ikkinchi bobida tartibga solinadigan chorrahalarda transport oqimlarini boshqarishni tashkil etish bo‘yicha chora-tadbirlarni ishlab chiqish va amalga oshirish bo‘yicha uslubiy tavsiyalarga muvofiq tadqiqotlar o‘tkazildi. Tadqiqotda belgilangan maqsadlarni optimal bajarish uchun usullar aniqlab olindi, eksperiment davrining minimal davomiyligi belgilandi, bu Jizzax shahri Islom Karimov prospektida transport oqimining jadalligi va tarkibi ko‘rsatkichlarini aniqlashga imkon beradi.

Har bir chorraha uchun pik davrdagi harakat jadalligining eng yuqori qiymatlari aniqlandi. Harakat jadalligining maksimal va minimal qiymatlari ma‘lum bir vaqt oralig‘iga teng chegaralarda o‘zgarib turishi aniqlangan.

Tadqiqotning dastlabki maqsadi o‘rganilayotgan chorrahalarda videokuzatuv asosida transport oqimining tarkibi to‘g‘risidagi ma‘lumotlarni to‘plashdir. Tadqiqot ob‘ektida harakatlanayotgan transport oqimlarining tahlili natijasida oqimdagi barcha harakatlanuvchi tarkibni o‘rganib chiqish zarurligi aniqlandi.

Tuyingan oqim tartibga solinadigan chorrahalarda transport vositalarining harakatlanish rejimiga ta‘sir qiluvchi asosiy parametrlardan biridir.

To‘yingan oqimning aniq qiymatini tartibga solinadigan chorrahalarda eksperimental kuzatuvlar jaraenida o‘lchash tavsiya etiladi. Turli xil o‘lchov usullari bilan to‘yinganlik oqimini aniqlashning turli usullari mavjud. Tartibga solinadigan chorrahalarda to‘yingan oqimni aniqlash usullarini qo‘llash, o‘rganish ob‘ektidagi nazorat davrlarini hisoblash imkonini berdi.

Avtotransport harakatini simulyatsion modellashtirishdan foydalanish transport vositalarining kechikish vaqtidagi to‘g‘ridan-to‘g‘ri tartibga solinadigan chorrahalarda kuzatilgan kechikishlarga og‘ishini aniqlash imkonini berdi. Boshqarishning optimal metodikasini aniqlash uchun avtomobillar oqimini kompyuter simulyatsiyasi ishlatilgan.

1-jadval

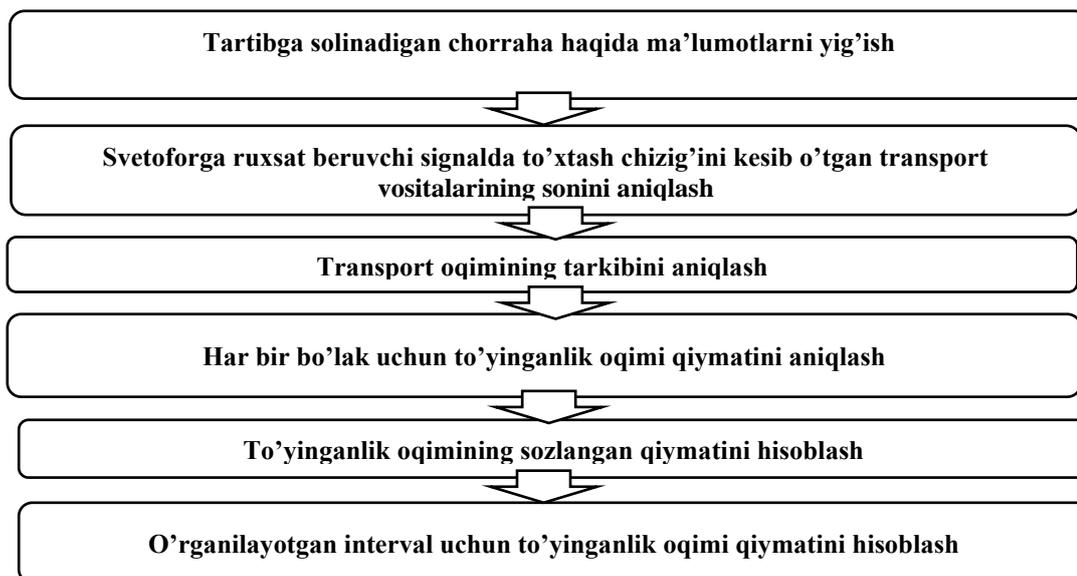
To‘yingan oqimning to‘g‘rilangan qiymatlari

Taklif qilingan koeffitsient, K	Optimallashtirilgan to‘yingan oqimi, avt./s	
	Qishda	Yozda
1,0	3157	3382
0,98	3098	3298
0,96	3034	3246
0,94	2962	3174
0,92	2906	3118

Buriladigan oqimlarni aniqlash uchun to‘g‘riga xarakatlanadigan oqimga nisbatan to‘yingan oqimni koeffitsientlari qo‘llaniladi (1-jadval):

$$S = M_n \frac{1000}{\alpha + 1.25\beta + 1.75\gamma}, \quad (1)$$

bunda M_n - tugʻriga xarakatlanadigan transport okimning tuyinganlik oqimi, bir/s;
 α, β, γ - transport oqimining toʻgʻriga oʻngga va chapga xarakati



1-rasm. Toʻyingan oqimning qiymatini aniqlash algoritmi

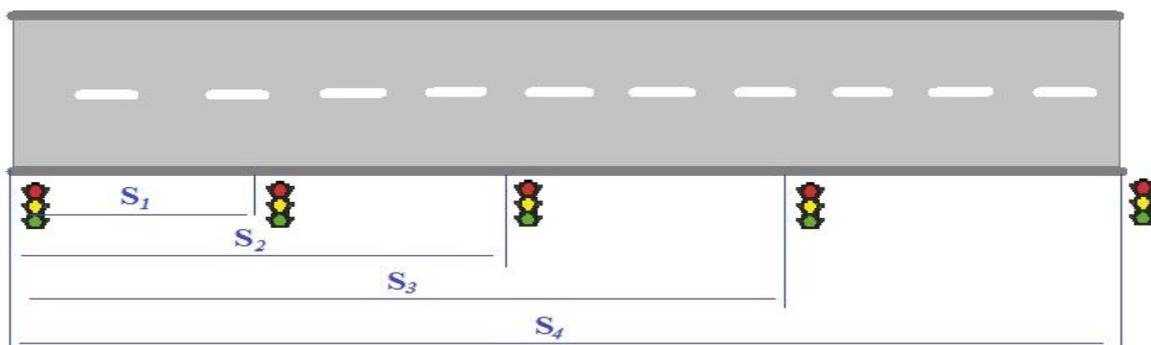
Tadqiqot natijalariga koʻra, taklif qilingan tuzatish koeffitsienti yordamida toʻyingan oqimning qiymatini aniqlash uchun algoritmdan foydalanish tavsiya etiladi (1-rasm).

Ushbu algoritmgaga koʻra, toʻyingan oqimni aniqlashda ruxsat beruvchi svetofor signali davrida toʻsiqsiz harakatlashishga muvaffaq boʻlgan transport vositalarining sonini aniqlash kerak. Ushbu algoritmgaga muvofiq toʻyingan oqimni sozlash transport kechikishlarini kamaytirish uchun zarur boʻlgan svetofor sikllarini optimallashtirishga imkon beradi.

Hisob-kitoblar natijalari asosida transport oqimining xususiyatlarini va chorrahalar oldida tirbandliklarni aniqlash uchun svetoforlarni boshqarish parametrlarini aniqlash boʻyicha tadqiqotlar zarurligi aniqlandi.

Koʻcha-yoʻl tarmogʻining belgilangan hududida bir-biridan turli masofalarda n svetofor obʻektlari joylashgan (2-rasm), belgilangan hududda joylashgan svetoforlarni sinxronlashtirish modelini qurish uchun oʻrganilayotgan svetoforlarni 1 dan n gacha tartib bilan raqamlaymiz. Har bir svetofor obʻektiga qoʻllaniladigan signallarning davomiyligini t_g, t_r i t_y deb qabul qilinadi.

Bundan tashqari, svetofor obʻektining bitta sikl davomiyligi (T) quyidagicha aniqlanadi $T_{tot} = t_r + t_g + 2t_y$.



2-rasm. Magistral ko‘chadagi svetofofor ob’ektlarining sxemasi

Shuningdek, harakatni tavsiflash uchun zarur parametrlar:

S_i - chorrahalar orasidagi belgilangan masofa- m , bu erda $i=1, 2, \dots, n$;

V - doimiy qiymat sifatida qabul qiladigan transport oqimining tezligi;

t_i - tadqiqot ob’ekti bo‘ylab S_i harakatlanish uchun zarur bo‘lgan vaqt;

$t_i = S_i/V$,

M_i - i svetofoforning sikl momenti.

i svetofoforning sikl momentini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin:

$$M_i = T_{tot} - t_i \text{ mod } T_{tot}, i = 1, 2, \dots, n; \quad (2)$$

Siklning momentini hisobga olgan holda, avtomobil harakatining boshida svetofofor qaysi signal bo‘lishi kerakligini aniqlash mumkin, Shunda svetofofor kelganda yashil signal yonadi.

Tadqiqotda ko‘cha-yo‘l tarmog‘ining belgilangan qismidagi 8 ta svetofofor obektlarini (2-jadval) ishchi sikllari bilan (3-jadval) o‘rganildi.

2-jadval

Magistral ko‘chada svetofofor ob’ektlari orasidagi masofa

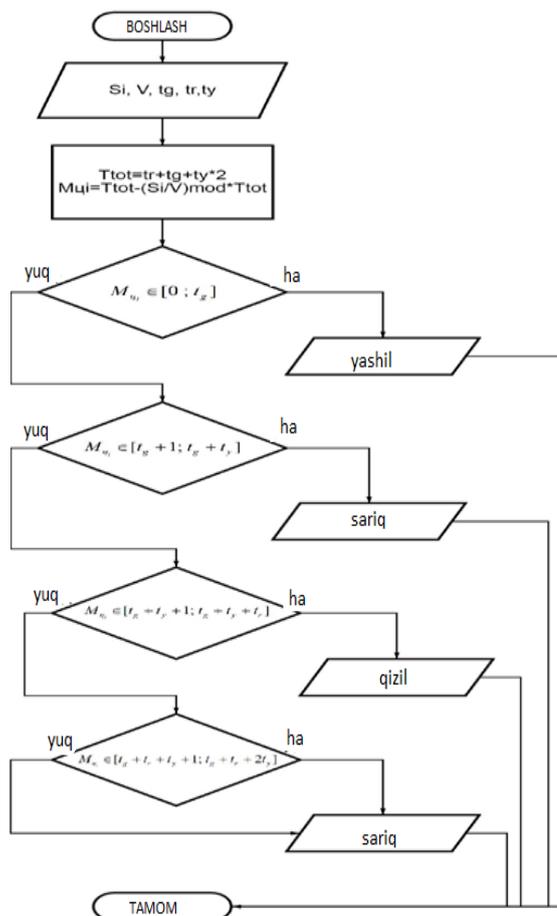
№	0	1	2	3	4	5	6	7
S_i, m	0	1600	2230	3100	3600	4000	5900	6900

3-jadval

Svetofofor ob’ektlarini sinxronlashtirish uchun signali vaqti

Svetofofor №	0	1	2	3	4	5	6	7
M_i		30,192	34,467	24,371	36,431	12,479	24,707	6,826
Signal	yashil	qizil	qizil	qizil	qizil	yashil	qizil	yashil
Signal yonish vaqti, s		9,1	13,4	3,3	15,4	12,4	3,7	6,8

Amalga oshirilgan hisob-kitoblarga asoslanib, magistral ko‘chada svetofofor ob’ektlarining sinxronizatsiya vaqtini hisoblash algoritmini tuzish mumkin(3-rasm). Shahar magistral ko‘chalarida transport oqimlaridan chiqayotgan zaharli moddalarning emissiyasi takomillashtirilgan hisoblash metodikasiga muvofiq amalga oshirildi.



3-rasm. Svetofor ob'ektlarining sinxronizatsiya algoritmi

Shahar magistral ko'chalarida harakatlanayotgan transport vositalarining atrof-muhitga chiqarayotgan zaxarli moddalar miqdorini aniqlash uchun o'rganilayotgan transport oqimlarining jadalligi va tarkibining eksperimental tadqiqotlar natijalari dastlabki ma'lumotlar sifatida tanlab olinadi.

Tadqiq etilayotgan chorralarda transport vositalarining tormozlanishi, transport vositalari svetoforming qizil chirog'ida salt rejimda to'xtab turishi va yashil chiroqda tezlanish rejimida harakatlanishi natijasida zaxarli moddalar emissiyasi ortganligi kuzatiladi.

Tadqiqotlarda chorrahalar hududida havoning ifloslanish darajasini baholashda avtomobillarning harakatlanish rejimiga xos bo'lgan omillar: tezlanish, tormozlanish, salt rejimi omillarini hisobga olish kerak.

Chorralarda ta'qiqlovchi svetofor signalida i -chi ifloslantiruvchi modda chiqishi quyidagicha hisoblanadi:

$$M_{P_i} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_s} \sum_{k=1}^{N_{gr}} (M'_{P_{i,k}} G_{k,n}) k_z, \text{ g/daqiqqa}, \quad (3)$$

bunda P (daqiqqa) - svetoforming man qiluvchi signalining davomiyligi (qizil + sariq);

N_{gr} - chorradagi avtomobillar guruhlari soni;

N_c - svetoforming man qiluvchi signalining sikllar soni;

$M'_{P_{i,k}}$ (g/daqiqqa) - k - guruh transport vositalari tomonidan i ifloslantiruvchi moddalarning emissiyasi;

$G_{k,n}$ - k - guruh avtomobillarining umumiy soni.

k_z - chorradada transport vositasining kechikishini hisobga oluvchi koeffitsient

$M'_{P_{i,k}}$ solishtirma emissiyaning o'rtacha birliklari (g/daqiqqa) avtomobillarning chorradadagi harakat rejimini (tezlanish, tormozlanish, salt ishlash) hisobga olgan holda olinadi, G_k, P, N_{ts} qiymatlari tartibga solinadigan chorralarning eksperimental tadqiqotlar natijalaridan olinadi.

Chorrahada transport vositalarining kechikishini hisobga oluvchi koeffitsient

Chorrahada xizmat ko'rsatish darajasi	Tuxtab turish vaqti (s/avto)	Kechikishini hisobga oluvchi koeffitsient k_z
A	≤ 10	1
B	$> 10 - 20$	1.2
C	$> 20 - 35$	1.4
D	$> 35 - 55$	1.6
E	$> 55 - 80$	1.8
F	> 80	2.0

Shahar sharoitida transport vositalarining harakatlanish jarayonida emissiya ko'rsatkichlarining o'zgarishlar qonuniyatlarini hisoblash uchun transport vositalari doimiy tezlanish va tormozlanishni amalga oshirishi, avtomagistralning turli hududlarida turli tezlikda harakatlanishini hisobga olgan holda, o'rtacha solishtirma qiymati qo'llaniladi.

“Eksperimental tadqiqotlar” nomli dissertatsiyaning uchinchi bobida shahar magistral ko'chalaridagi tartibga solinadigan chorrahalarining eksperimental tadqiqotlari keltirilgan. Transport oqimining jadalligi va tarkibini eksperimental o'rganish GOST 32965-2014 “Transport oqimining jadalligini hisobga olish usullari” davlatlararo standarti talablarini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan va tasdiqlangan dastur asosida amalga oshirildi.

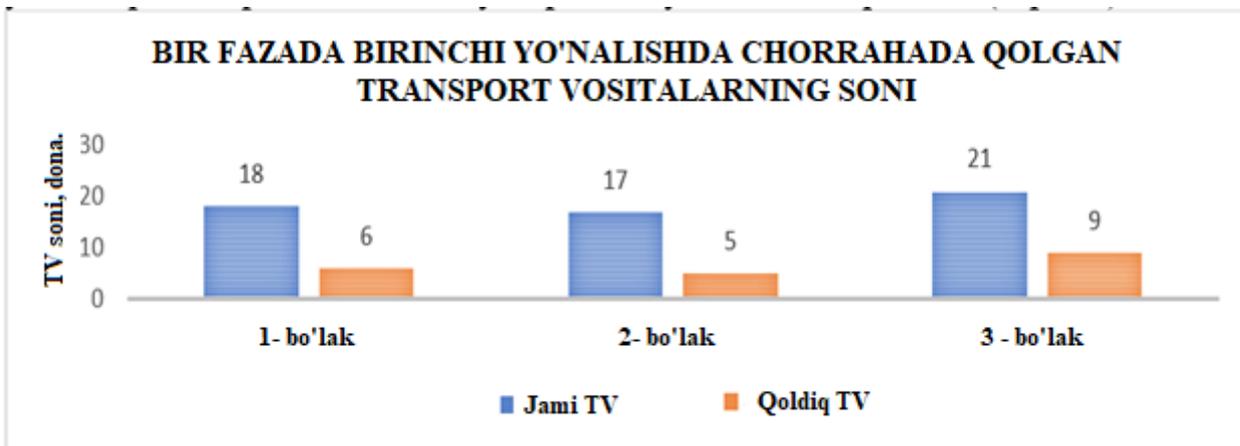
Tadqiqotning ishonchligi uchun transport oqimini hisoblash, Shuningdek, muallif tomonidan ishlab chiqilgan “Yo'l harakati oqimi kalkulyatori” va “Yo'nalishlarda transportni hisoblash kalkulyatori” mobil ilovalari asosida kuzatuvchilar yordamida amalga oshirildi. Olingan ma'lumotlar Islom Karimov prospektidagi barcha tartibga solingan chorrahalar uchun amalga oshirilgan.

Chorrahada transport vositalari kechikishi

Chorrahaning nomi		Islom Karimov va Mustakillik ko'chasi chorrahasi					
O'rganilayotgan yo'nalish		Yo'nalish 1 – Mustaqillik ko'chasi					
Tadqiqot sanasi va vaqti		10.05.2022. 8.30-8.40					
		1- bo'lak		2-bo'lak		3-bo'lak	
		TV		TV		TV	
		soni	koldig'i	soni	koldig'i	soni	koldig'i
1	8-30	18	6	19	6	21	7
2	8-31	16	3	17	4	24	11
3	8-32	19	7	16	5	20	8
4	8-33	20	9	18	7	19	6
5	8-34	16	3	17	5	23	12
6	8-35	17	5	18	6	22	10
7	8-36	19	7	16	3	18	6
8	8-37	16	4	15	2	25	11
9	8-38	20	7	18	6	19	8
10	8-39	21	8	19	7	20	7
	Jami	182	59	173	51	211	88
	O'rtacha	18	6	17	5	21	9

Islom Karimov prospektida joylashgan sakkizta tartibga solingan chorrahalarda transport oqimini o'rganish ishlari olib borildi. Chorrahada transport vositalari kechikishining hisob-kitoblari svetoforni tartibga solish uchun qo'llaniladi.

Olingan natijalar asosida bir fazada, bir yo'nalishning bo'laklari bo'yicha yig'ilgan transport vositalar soni va nabatda qolib ketgan transport vositalar quyida keltirilgan (4-rasm).



4-rasm. Bir fazada, bir yo'nalishning bo'laklari bo'yicha transport oqimining o'zgarishi

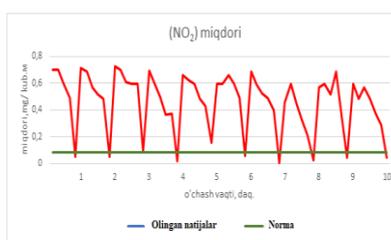
Islom Karimov prospektidagi tartibga solingan chorrahalarda transport vositalarining kechikishlari bo'yicha tadqiqotlar sakkizta chorrahada o'tkazilgan va ma'lumotlar tizimlashtirilgan, hamda keyingi kompyuter modellashtirish uchun ishlatiladi.

Tartibga solingan chorrahalarda transport vositalaridan chiqadigan zararli moddalar miqdori to'g'risidagi ma'lumotlarni olish uchun Islom Karimov prospektidagi uchta chorraha tanlab olindi. Eksperimental sinovlar Jizzax viloyati Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish boshqarmasi bilan tuzilgan 22/12-sonli 07/28/2022-sonli shartnomaga muvofiq ko'chma "Ekolab" gaz analizatori yordamida o'tkazildi. Gaz analizatori yordamida atrof-muhitni muhofaza qilish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash maqsadida SanPiN Ruz 0293-11, GN 2.1.6.1338-03 ga muvofiq atmosfera havosidagi zararli moddalarning ruxsat etilgan maksimal konsentratsiyasidan oshib ketadigan davriy o'lchovlar amalga oshirildi.

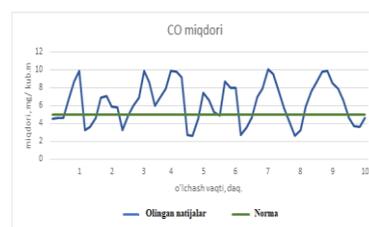
O'tkazilgan eksperimental sinov natijalari bayonnomasidagi o'lchov natijalariga ko'ra, Islom Karimov prospekti va Baynalminal ko'chalarining tartibga solingan chorrahasida atmosferadagi zararli moddalarning tarkibi quyidagi diagrammalarda ko'rsatilgan.



5-rasm. Chorrahadagi havoda oltingugurt dioksidi miqdori



6-rasm. Chorrahadagi havoda azot dioksidi miqdori



7-rasm. Chorrahadagi havoda uglerod oksidi miqdori

Islom Karimov prospekti va Mustaqillik ko'chasi chorrahasi modelining
simulyatsiya natijalari

№	Ko'rsatkichlar	Amaldagi ko'rsatkichlar
1	Xizmat ko'rsatish darajasi (LOS)	D
2	Avtomobillar soni, dona	1284
2	Navbatning o'rtacha uzunligi, m	210
3	O'rtacha kechikish, avt/soniya	48
4	SO emissiyasi, g	5052
5	NOx emissiya, g	1125

Xuddi Shunday tadqiqot Islom Karimov prospektidagi barcha sakkizta tartibga solingan chorrahalar uchun ham o'tkazildi. Olingan natijalar transport oqimini optimallashtirish uchun chorrahalarini sinxronlashtirishda qo'llanildi.

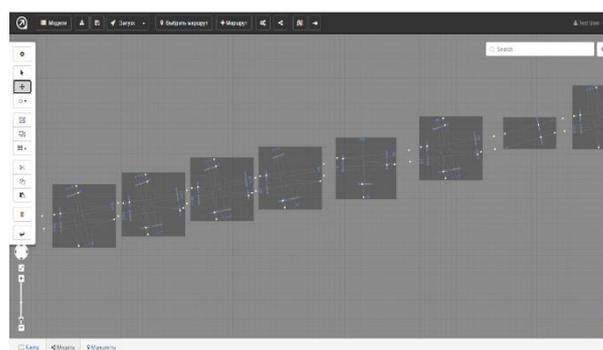
Tadqiqotda Jizzax shahridagi Islom Karimov prospektidagi tartibga solingan chorrahalarining sinxronlashtirish Avenue 2.0. kompyuter dasturida modellashtirish orqali amalga oshirildi.

Dastur yordamida Islom Karimov prospektida joylashgan tartibga solinadigan chorrahalarining modellari yaratildi (10-rasm).

O'tkazilgan modellashtirish Shuni ko'rsatadiki, svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirish yordamida transport oqimini boshqarish jarayonlarini modellashtirish samarali natijalar bermoqda. Modellashtirish tartibga solingan chorrahalarida harakatlanadigan transport vositalariga svetofor boshqaruvi ta'sir darajasini kamaytirishni ta'minlash uchun svetoforni tartibga solish parametrlarini optimallashtirishga imkon beradi.



10-rasm. Islom Karimov prospekti va Baynalminal ko'chasi chorrahasining Avenue 2.0. kompyuter dasturida yaratilgan modeli



11-rasm. Islom Karimov prospektidagi tartibga solingan chorrahalarining Avenue 2.0. kompyuter dasturida yaratilgan modeli

Chorrahaning parametrlarini modellashtirgandan so'ng ularni bitta modelga bog'laymiz (11-rasm).

Simulyatsiyadan so'ng transport modellarining adekvatligini baholash kerak. Kalibrash va validatsiya qilish paytida yaratilgan kompyuter modellarining asosiy parametrlarini baholash uchun statistik mezonlardan foydalanilgan.

Modellarni kalibrlash bosqichida ular beshta parametr bilan baholanadi:

1. O‘rtacha mutlaq xato: mutlaq qiymatlarning o‘rtacha og‘ishi (kuzatilgan va hisoblangan qiymat o‘rtasidagi farq):

$$\delta_a = \frac{\sum_{i=1}^N \text{abs}(Z_i - U_i)}{N}, \quad (4)$$

bunda; Z_i – kuzatilgan qiymat;

U_i – kechikish modelidan hisoblangan qiymat;

N – kuzatuv nuqtalar soni.

2. O‘rtacha nisbiy xato: mutlaq qiymatlarning foizda o‘rtacha og‘ishi:

$$\delta_p = \frac{\sum_{i=1}^N \text{abs}(Z_i - U_i)}{\sum_{i=1}^N Z_i} 100\% \quad (5)$$

3. O‘rtacha kvadrat og‘ish:

$$v_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - U_i)^2}{N}}, \quad (6)$$

4. Nisbiy o‘rtacha kvadrat og‘ish:

$$v_p = \frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - U_i)^2}{\frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}}, \quad (7)$$

5. Korrelyatsiya koeffitsienti:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})(U_i - \bar{U})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})^2 \sum_{i=1}^N (U_i - \bar{U})^2}}, \quad (8)$$

bunda $\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}$, $\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^N U_i}{N}$

Vebster modeliga nisbatan svetofor ob‘ektining ishlashini boshqarish uchun ishlab chiqilgan modelning ishonchliligini aniqlaylik.

Olingan modelni kalibrlash va tasdiqlash uchun birlamchi ma‘lumotlar olindi: Sekundomer yordamida transport vositalarining kechikishining kuzatilgan vaqtida 30, 60, 90 metr oralig‘ida o‘rnatildi. Shundan so‘ng, xuddi Shu vaqt U bilan taqqoslash amalga oshirildi.

Modelni validatsiya qilish, modeldan eksperimental tahlil uchun foydalanish mumkinligini aniqlash uchun zarur. Simulyatsiya modelini tasdiqlashda kuzatilgan chiqish va yakuniy ma‘lumotlarning qiyosiy tahlilidan foydalaniladi

“Eksperimental tadqiqotlar natijalarini umumlashtirish va tadqiqotlarni amalga oshirishdan iqtisodiy samaradorlik” deb nomlangan to‘rtinchi bobida transport oqimi ko‘rsatkichlarini eksperimental tadqiqotlar natijalari va ularning tahlili keltirilgan, eksperimental tadqiqotlar natijalari asosida iqtisodiy zararlarni kamaytirishning hisobi amalga oshirilgan.

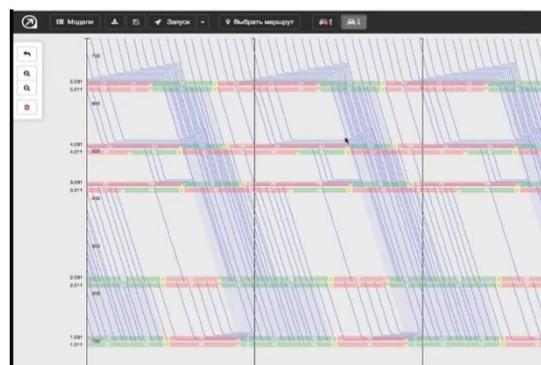
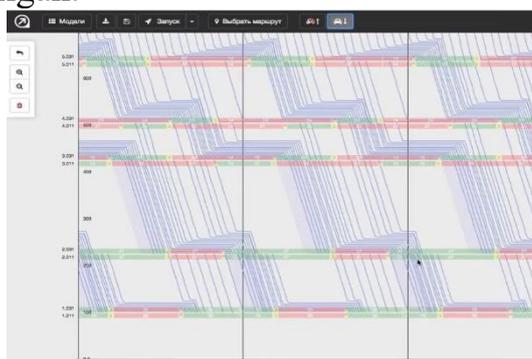
Eksperimental tadqiqotlar natijalarini tahlil qilishda transport oqimi xususiyatlarining ko‘cha-yo‘l tarmog‘ida transport oqimini boshqarishni tashkil etish samaradorligiga ta‘sirini hisobga olgan holda, tirbandlik ehtimoli yuqori bo‘lgan chorrahalar aniqlandi. Kompyuterda modellashtirish natijalariga ko‘ra, Islom Karimov prospekti va Mustaqillik ko‘chasi chorrahasidagi 10 daqiqilik kompyuter simulyatsiyasi natijalari 7-jadvalda ko‘rsatilgan.

Islom Karimov prospekti va Mustakillik ko'chasi chorrahasining simulyatsiya natijalari

№	Ko'rsatkichlar	Amalgadi ko'rsatkichlar	Optimallashtirilgan ko'rsatkichlar
1	Xizmat ko'rsatish darajasi (LOS)	D	C
2	Avtomobillar soni, dona	1284	1284
2	Navbatning o'rtacha uzunligi, m	210	98
3	O'rtacha kechikish, avt/soniya	48	30
4	SO emissiyasi, g	5052	3152
5	NOx emissiya, g	1125	842

Tartibga solish rejimlarini optimallashtirish natijalari chorrahada transport vositalarining kechikishini mos ravishda 30%ga kamaytirishga imkon beradi, yoqilg'ı sarfi va chiqayotgan zararli moddalar miqdori kamayishiga erishildi.

Avenue 2.0 dasturida tayyorlangan model Islom Karimov prospektidagi chorrahalar o'rtasida sinxronlik yo'qligini ko'rsatdi. Bu tartibga solinadigan chorrhalarda tirbandlikning paydo bo'lishiga olib keladi. Natijalar 12a-rasmda keltirilgan.



a) sinxronizatsiyalashgacha

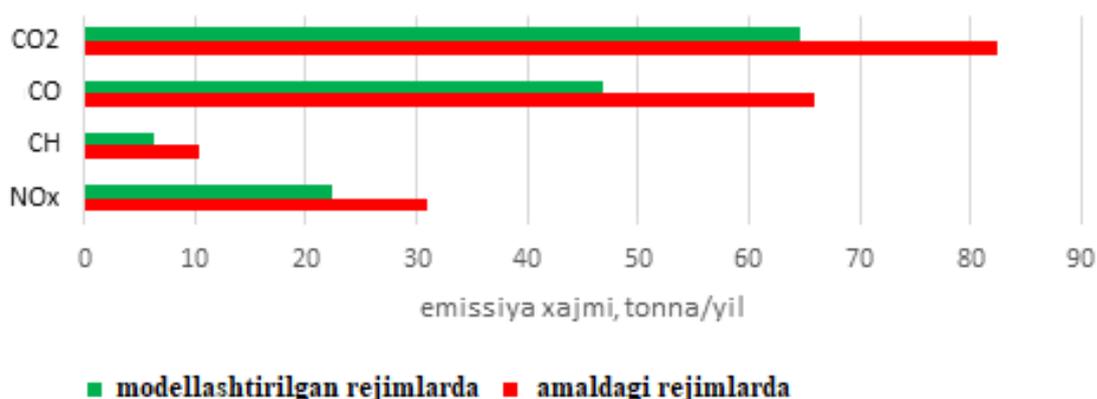
b) sinxronizatsiyalardan keyin

12-rasm. Islom Karimov prospektidagi chorrhalarning diagrammasi

Optimallashtirish natijalari Islom Karimov prospekti bo'ylab transport oqimining harakatida sezilarli o'zgarishlarni ko'rsatadi. "YAshil to'lqin"ga tushayotgan transport oqimi chorrahalar orqali to'xtovsiz harakatlanadi. Islom Karimov prospekti chorrhalaridagi umumiy kechikish soatiga 61 avt./soatga kamaydi. Islom Karimov prospektining boshlang'ich nuqtasidan to oxirigacha o'rtacha xarakatlanish vaqti 26% ga kamaydi.

Nazariy hisob-kitoblar va eksperimental tadqiqotlar davomida Jizzax shahridagi Islom Karimov prospektida transport vositalaridan chiqadigan zaharli moddalarning mumkin bo'lgan konsentratsiyalari aniqlandi.

Zararli moddalar emissiyasi



13-rasm. Islom Karimov prospekti chorrahalaridagi zararli moddalar chiqindilari miqdori

Simulyatsiya natijalari asosida olingan tartibga solish rejimlaridan foydalanish va tartibga solinadigan chorrahalarini sinxronlashtirish chiqayotgan zararli moddalar miqdorini 28%ga kamaytirish imkonini beradi, bu esa Jizzax shahridagi ekologik vaziyatga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Transport tirbandliklari natijasida yo'qotishlarni hisoblab chiqamiz. Bir avtomobil-soat qiymatini (C_{m-h}) aniqlash uchun bir soat vaqt mobaynida avtomobil egalarning yo'qotgan qo'shimcha xarajatlari hisobga olinadi. Ushbu xarajatlarga haydovchining qo'shimcha ish haqi (jismoniy shaxslarga tegishli transport vositalaridan tashqari), amortizatsiya to'lovlari, qo'shimcha yoqilg'i-moylash materiallari xarajatlari kiradi.

Haydovchilarining o'rtacha oylik daromadi E_w va o'rtacha oylik ish vaqti fondi (170-180 soat) E ma'lumotlari asosida ish haqini aniqlash mumkin, so'm:

$$E_w = k \frac{E}{F}, \quad (9)$$

bunda $k = 1,26$ - yagona ijtimoiy soliqdan ajratmalarni hisobga oluvchi koeffitsient.

Bir soat uchun amortizatsiya xarajatlari E_a transport vositalarining me'yoriy xizmat muddati T_n , yillik ish vaqti fondi F_w (1800-2000 soat) va S_v avtomobilning bozor qiymati asosida hisoblanadi, so'm:

$$E_a = \frac{S_v}{T_n F_w}, \quad (10)$$

Qo'shimcha yoqilg'i-moylash xarajatlari $-E_f$ transport vositasining 100 km masofa uchun sarflanadigan yonilg'i sarfi R_c , 1 litr yonilg'i narhi F_l , o'rtacha texnik tezligi V_t ni hisobga olgan holda belgilanadi, so'm:

$$E_f = \frac{R_c V_t F_l}{100} \quad (11)$$

E_w, E_a, E_f ning haqiqiy qiymatlarini olish uchun 2021 yil uchun ushbu qiymatlar bo'yicha statistik ma'lumotlar Isuzu avtobusi misolida qayta ishlandi va avtobusning bir soatlik ishlash narxi C_{m-h}^{bus} 87 ming so'm/soat miqdorida olingan.

Engil avtomobillarining bir soatlik ishlash narxi 2021 yilda berilgan ma'lumotlardan foydalanishi mumkin va C_{m-h}^{pas} 38 ming so'm/soat.

Transport oqimining tarkibini hisobga olgan holda transport vositalarining bir soatlik o‘rtacha tannarxi miqdori quyidagicha hisoblanadi, so‘m:

$$C_{m-h} = C_{m-h}^{pas} n_{pas} + C_{m-h}^{bus} n_{bus} + C_{m-h}^{truck} n_{truck}, \quad (12)$$

bunda n_{pas} , n_{bus} , n_{truck} mos ravishda transport oqimidagi engil avtomobillar, yuk avtomobillarining va avtobuslar soni.

O‘tkazilgan eksperiment natijalarida engil avtomobillar 90%, avtobus va yuk avtomobillari 10%ni tashkil etadi. Ushbu miqdor asosida transport vositalarining bir soatlik ish vaqti tannarxi aniqlandi:

$$C_{m-h}^{90-10} = 0.9 * 38000 + 0.1 * 87000 = 34200 + 8700 = 42900 \text{ so‘m}$$

Chorrahada tirbandliklar paydo bo‘lishi natijasida iqtisodiy yo‘qotishlarini hisoblash:

$$C_{m-h}^{90-10} * t_{p-soat} = 120,7 * 42900 = 5\,148\,000 \text{ so‘m/soat}$$

Hisoblangan iqtisodiy yo‘qotishlar Islom Karimov prospektidagi amaldagi svetoforni boshqarish sxemasiga nisbatan qo‘llanilgan. Kuzatishlar natijalariga ko‘ra, transport vositalari jadalligining oshishi kuniga o‘rtacha olti soat davomida kuzatiladi. Simulyatsiya natijalariga ko‘ra, Islom Karimov prospektida transport oqimi kechikishining 24%ga kamayishiga erishilgan. Shunga ko‘ra, taklif qilingan transport oqimini boshqarish modeli yiliga 2,7 mlrd so‘mni tejashga imkon beradi.

XULOSA

Transport oqimini boshqarish funktsionalligini kengaytirish orqali yo‘l tarmog‘ining ekologik va yo‘l harakati xavfsizligini yaxshilash bo‘yicha dissertatsiya tadqiqotlari natijasida quyidagi xulosalar qilindi:

1. Tuzatish koeffitsienti yordamida to‘yinganlik oqimini aniqlash uchun ishlab chiqilgan algoritm, chorrahalarda transport oqimlarini boshqarishini tashkil qilishning maqbul usulini aniqlash uchun ishlatiladigan to‘yingan oqimining qiymatini aniqlashga imkon beradi.

2. Shahar magistral ko‘chalarining tartibga solinadigan chorrahalarda transport oqimiga ta’sir qiluvchi asosiy omillarni hisobga olgan holda vujudga keladigan tirbandliklarning kamaytirish maqsadida svetofor ob’ektarni sinxronizatsiya qilish algoritmi yaratildi.

3. Shahar sharoitida transport vositalarining harakatlanish jarayonida transport vositalarining doimiy tezlanish va tormozlanishni amalga oshirishi, avtomagistralning turli hududlarida turli tezlikda harakatlanishini hisobga olgan holda, transport vositalaridan chiqayotgan zararli moddalar emissiya miqdorini hisoblash metodikasi uchun o‘rtacha solishtirma qiymati qo‘llaniladi. Amalga oshirilgan eksperiment tadqiqotlar, nazariy hisob-kitoblar metodikaning ishonchliligini va adekvatliligini tasdiqlaydi.

4. Magistral ko‘chada svetofor ob’ektlarining sinxronlashtirishni amalga oshirgandan keyin transport oqimining kompyuter simulyatsiyasida quyidagi natijalar olindi:

tartibga solingan chorrahalaridagi svetoforlarning sikllari optimallashtirilgandan so‘ng, chorrahaning xizmat ko‘rsatish darajasi ko‘rsatkichi (LOS- Level of service) “D” ko‘rsatkichdan “C” ko‘rsatkichga ko‘tarildi. Tartibga

solish rejimlarini optimallashtirish natijalari chorrahada transport vositalarining kechikishini 24%ga kamaytirishga imkon beradi;

magistral ko'chalarning tartibga solingan chorrahalarini svetofor ob'ektlarini sinxronlashtirish natijasida transport vositalarining magistral ko'chaning boshlang'ich nuqtasidan to oxirigacha bo'lgan o'rtacha xarakatlanish vaqti 26% ga kamaydi;

kompyuter simulyatsiya natijalaridan olingan optimal boshqaruv rejimlaridan foydalanish va tartibga solingan chorrahani sinxronlashtirish orqali transport vositalaridan chiqayotgan zararli moddalar miqdorini 28%ga kamaytirishga imkon beradi;

transport oqimini boshqarishning usullarini takomillashtirish joriy etish natijasida tadqiqot ob'ektida transport oqimining kechiktirishi 24%ga kamayishiga erishilgan. O'rtacha ekspluatatsion tezlik 22 km/s dan 29 km/s gacha oshdi. Shunga ko'ra, urganilgan ob'ektda taklif etilayotgan transport oqimini boshqarishning modeli yiliga 2,7 mlrd. so'mni tejashga imkon beradi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
PhD.03/30.09.2020.Т.124.01 ПРИ АНДИЖАНСКОМ
МАШИНАСТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ЭРНАЗАРОВ АЗИЗ АЛИБАЕВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ДОРОЖНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ РАСШИРЕНИЕМ
ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ
ПОТОКОМ**

**05.08.06- Колесные и гусеничные машины и их эксплуатация.
(технические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
доктора философии (PhD) технических наук**

Андижан-2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2022.4.PhD/T3388

Диссертация выполнена в Андижанском машиностроительном институте. Автореферат диссертации написан на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.andmiedu.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Базаров Бахтиёр Имамович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Джумабоев Алижон Бакишевич
доктор технических наук, профессор

Азизов Кудратилла Хусанович
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-строительный институт

Защита диссертации состоится « 19 » августа 2023 года в « 9⁰⁰ » часов на заседании Научного совета PhD.03/30.09.2020.T.124.01 при Андижанском машиностроительном институте по адресу: 170119, г. Андижан, ул. Бобуршоҳ, 56. Тел: (+99874) 223-47-18; факс: (+99874) 223-43-67, e-mail: u.madrahimov@andmiedu.uz

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Андижанского машиностроительного института (зарегистрирован под номером 10). (Адрес: 170119, г. Андижан, ул. Бобуршоҳ, 56. Тел: (+99891) 612-30-06; факс: (+99874) 223-43-67

Автореферат диссертации разослан « 7 » 08 2023 г.
(реестр протокола рассылки № 10 от « 7 » 08 2023 г.)



У.М. Турдиалнев
Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, доктор технических наук,
старший научный сотрудник.

Х.У. Акбаров
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, кандидат технических наук, доцент.

К. Қосимов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Применение современных информационных технологий в разработке эффективных методов управления и прогнозирования транспортных потоков в улично-дорожной сети занимает одно из ведущих мест в мире. В отчете Всемирного банка № 73228-RU говорится, «для решения существующих транспортных проблем в городах необходимо создать благоприятные условия и разработать современные методы управления транспортом»¹. На современном этапе необходима организация и внедрение в практику управления транспортными потоками за счет использования новых инновационных технологий и снижения вредного воздействия транспортных потоков на окружающую среду. В связи с этим важное значение имеет разработка и использование эффективных методов управления и прогнозирования транспортных потоков улично-дорожной сети.

Во всем мире ведутся обширные научные исследования, направленные на совершенствование теоретических основ управления транспортными потоками и прогнозирования транспортных потоков для управления транспортными потоками в крупных городах, предотвращения заторов на дорогах, снижения ущерба, наносимого транспортными средствами окружающей среде. Приоритетными в этом направлении являются исследования, в том числе по управлению транспортными потоками на основе цифровых технологий, повышению эффективности использования автотранспортной инфраструктуры путем выбора оптимальной системы управления. В этой связи особое внимание уделяется внедрению и применению цифровых технологий в управлении транспортными потоками в улично-дорожной сети.

В нашей республике реализуются комплексные меры по предупреждению заторов на улицах городов, снижению количества дорожно-транспортных происшествий, достигаются определенные результаты. В новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы намечены важные задачи следующие задачи «...сокращение количества аварий и смертей на дорогах за счет создания безопасных условий движения, включая полную оцифровку системы управления движением...»². В реализации этих задач, в том числе в проведении научно-исследовательских работ и повышении безопасности движения, важное значение приобретает применение передового опыта, основанного на опыте развитых стран.

Настоящее диссертационное исследование служит для выполнения задач поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан от 30 октября 2019 года № ПФ-5863 «об утверждении концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан на период до 2030 года» в пункте 4 «дорожной карты»

¹ Отчет № 73228-RU Всемирного Банка

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/534831468307481001/text/732280REVISED000Logo0g.txt>

² Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 от 28 января 2022 года "о новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы"

плана мероприятий по охране атмосферного воздуха «... снижение уровня нагрузки на магистрали, обеспечение правильной организации дорожного движения за счет оптимизации состава транспортных потоков, скоростного режима, регуляторного цикла»³, а также в пункте 1 Постановления Президента Республики Узбекистан от 4 апреля 2022 года № ПП–190 «О мерах по надежному обеспечению безопасности человека на автомобильных дорогах и резкому снижению смертности» качество маршрута определено "... полная цифровизация организации дорожного движения, внедрение новых систем управления и контроля с внедрением передовых информационно-коммуникационных технологий»⁴, а также других нормативных правовых актов, касающихся данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики. Проведенное исследование соответствует приоритетному направлению науки и технологий республики III. «Энергетика, энерго-ресурсосбережение, транспорт, машино и приборостроение».

Степень изученности проблемы. Большой вклад в изучение организации транспортных потоков, теоретических аспектов развития транспортной системы внесли зарубежные авторы: Д.Дрю, А.Ж. Миллер, К.М. Кокелман, Р.В. Стокс, Д.А. Скраджс, Ф.В. Вебстер, В.В. Сильянов, Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев, Е.М. Лобанов, В.А. Корчагин, О.Н. Ларин, В.В. Зырянов и т.д.

Проблемами организации автотранспортных потоков и дорожной и экологической безопасностью занимались следующие ученые Узбекистана Б.А.Ходжаев, К.Х. Азизов, И.С. Содиков, А.А. Назаров, Ж.И. Содиков и др.

В исследованиях вышеназванный ученых проведено изучение теоретических основ транспортного потока, исследована зависимость возникновения транспортных задержек от состава движения, дорожных условий, рисков возникновения ДТП от плотности и скорости движения транспортного потока. Результаты анализа показали – для повышения эффективности управления транспортной системы городов, необходимо уделять особое внимание организации системы управления, сложностью которой является многоаспектность управления транспортной системой. По этой причине необходимо усовершенствование методов управления транспортными потоками с учетом многообразия факторов влияющих на организацию транспортных потоков на улично-дорожной сети для повышения эффективности организации управления транспортными потоками в условиях городов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного или научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Научно-исследовательская работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Андижанского машиностроительного института, а

³ Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-5863 от 30 октября 2019 года

⁴ Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП–190 от 4 апреля 2022 года

также в рамках договора № 32 от 10 июня 2020 года между Джизакским политехническим институтом и хокимиятом города Джизака “Оказание инженерных услуг по развитию транспортной модели города Джизак”.

Цель исследования. Оптимизация управления транспортными потоками с целью обеспечения экологичности и безопасности дорожного движения улично-дорожной сети.

Задачи исследования:

определение величины потока насыщения транспортных средств на перекрестках, расположенных на магистральных улицах;

разработка математического расчета и алгоритма синхронизации светофорными объектами на магистральных улицах городов;

совершенствование методологии расчета количества вредных веществ, выбрасываемых транспортными средствами в пробках, возникающих на регулируемых перекрестках городских магистральных улиц;

разработка компьютерной модели управления транспортным потоком с синхронизацией светофорных объектов на магистральных улицах с учетом уменьшения задержек на перекрестках и снижения воздействия транспортных средств на окружающую среду.

Объект исследования – транспортные потоки на магистральных улицах городов.

Предмет исследования – процессы управления транспортными потоками на улично-дорожной сети с регулируемым перекрестками.

Методы исследования. В исследовании использовались методы системного и статистического анализа, метод экспериментального исследования, анализ с использованием имитационных компьютерных моделей.

Научная новизна исследования:

на основе моделирования движения транспортных средств и компьютерного моделирования потока транспортных средств определен коэффициент коррекции потока насыщения;

получена формула для определения момента цикла i светофора с учетом определения сигнала на светофоре в начале движения транспортного средства на магистральных улицах;

установлена зависимость количества выбросов вредных веществ, выбрасываемых транспортными средствами, с использованием коэффициента задержки транспортных средств на перекрестках с учетом уровня обслуживания перекрестка (LOS-Level of service) городских магистральных улиц;

с помощью компьютерной имитационной модели на основе синхронизации светофорных объектов на магистральной улице была получена пространственно-временная диаграмма сдвига транспортного потока.

Практические результаты исследования, следующие:

за счет эффективного внедрения управления светофорными объектами на магистральных улицах появилась возможность уменьшить заторы на перекрестках;

разработанный режимы управления транспортным потоком на магистральных улицах с использованием алгоритма синхронизации светофорных объектов;

создана методика расчета выбросов вредных веществ в окружающую среду, используемая при мониторинге уровня воздействия на экологию городов;

разработана компьютерная модель управления транспортным потоком с учетом взаимосвязи светофорных объектов и факторов, влияющих на транспортный поток.

Достоверность результатов исследования. Исследование проводилось с использованием современных методов и средств изучения, с помощью которых были проанализированы результаты многочисленных экспериментальных испытаний, в сопоставлении с математическими расчетами и компьютерными моделями созданными на лицензионном программном обеспечении, что позволило подтвердить адекватность метода расчета и объясняется взаимной совместимостью теоретических и экспериментальных результатов полученных в результате исследования.

Достоверность результатов исследования была подтверждена в актах внедрения в выданных управлением Транспорта и управлением Экологии и охраны окружающей среды Джизакской области.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научные результаты исследования состоят в теоретических, методических и организационных подходах, разработанных в исследовании, дающих возможность синхронизации светофорных объектов обеспечивающие максимальную пропускную способность регулируемых пересечений и уменьшения вредных выбросов автомобильным транспортом в окружающую среду.

Практические результаты исследования имеют практическую ценность, прикладной характер и дают возможность реализации целого ряда программ, направленных на совершенствование управления дорожным движением на магистральных улицах городов. Полученные результаты дают возможность уменьшить задержки на магистральных улицах что в свою очередь приведет к уменьшению выбросов в окружающую среду и улучшению экологической обстановки городов.

Внедрение результатов исследования. На основании исследования по улучшению экологической и дорожной безопасности улично-дорожной сети за счет расширения функций управления транспортными потоками получены следующие результаты:

метод синхронизации светофорных объектов регулируемых перекрестков магистральных улиц внедрен в практику в деятельности Джизакского городского управления транспорта (справка Министерства транспорта Республики Узбекистан № 2/5569 от 19 сентября 2022 года). В результате удалось сократить задержки транспортных средств на 24%, а среднее время движения от начальной точки до конца магистрали-на 26%;

методика определение количества вредных веществ, выбрасываемых

транспортными средствами, путем использования оптимальных режимов управления транспортным потоком и синхронизации регулируемого перекрестка внедрено в практику Джизакского областного управления экологии и охраны окружающей среды (справка Министерства транспорта Республики Узбекистан № 2/5569 от 19 сентября 2022 года). В результате достигнуто снижение количества вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду, на 28%.

Апробация результатов исследования. Полученные результаты проведенных исследований обсуждены на 8 научных конференциях, в том числе на 5 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 6 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссии республики Узбекистана для публикации основных научных результатов диссертации. Кроме этого, разработаны две программы для мобильных устройств, предназначенные для подсчета транспортных средств в транспортном потоке, на которые получены авторские свидетельства Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованных источников и приложений. Объем диссертации составляет 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении диссертационной работы обоснованы актуальность и востребованность исследования, сформулированы цели и задачи исследования, охарактеризованы объект и предмет исследования, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, изложены научная новизна и основные результаты, раскрыты научное и практическое значения исследования, обоснована достоверность полученных результатов, даны сведения о внедрении результатов исследования в производство, публикациях и структуре диссертации.

В первой главе «**Основные показатели транспортного потока и их анализ**» проведен литературный обзор работ по теме исследования, изучены исследования по основным показателям дорожного движения: интенсивности транспортных потоков, состава транспортного потока, пропускной способности регулируемых перекрестков. Изучены причины образования транспортных задержек на улично-дорожной сети и влияние задержек на экологическую безопасность.

На современном этапе актуальным направлением в исследованиях эффективной работы автотранспортной системы, характеристиками которой считаются стратегическая разработка управления транспортными сетями с

соответствующими концепцией и методами является городское транспортное планирование.

Расчет пропускной способности регулируемых перекрестков проводится с определением «потока насыщения», являющийся основной характеристикой, используемой в процессе анализа, расчета и проектирования регулируемых перекрестков на магистральных улицах городов.

Автомобильный транспорт стал самым серьезным источником загрязнения атмосферного воздуха в наше время. Особенно это заметно в крупных городах. Основным следствием увеличения количества транспортных средств является увеличение антропогенного воздействия на окружающую среду и, прежде всего, на атмосферу населенных пунктов. Рассмотрены методики расчета эмиссии вредных веществ в окружающую среду. Изучены характеристики и факторы, влияющие на расчет количества эмиссии вредных веществ.

Во второй главе **«Методика исследования и теоретический расчет движения транспортных потоков с целью увеличения пропускной способности улично-дорожной сети, и уменьшения эмиссии вредных веществ в окружающую среду»** проведены исследования в соответствии с методическими рекомендациями по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения на регулируемых пересечениях. Определен метод для успешного выполнения определенных в исследовании целей, установлена минимальная длительность периода исследования, позволяющая найти показатели интенсивность и состава транспортного потока на проспекте Ислама Каримова г. Джизака.

Для каждого перекрестка определены максимальные пиковые периоды интенсивности транспортного, с максимально высокими значениями исследуемой величины. Установлено, что интенсивность движения изменяется в равных пределах, максимальное и минимальное значение которых характерно для аналогичных промежутков времени.

Первоочередная цель проведенного исследования заключается в сборе первичной информации о составе транспортного потока на основе видео наблюдения исследуемых участков. Проведенный анализ транспортного потока на примере г. Джизака, определил необходимость рассмотрения всех типов подвижного состава.

Поток насыщения является одним из основных параметров который влияет на режим движения транспортных средств на регулируемых перекрестках.

Точную величину потока насыщения рекомендуется измерять в ходе экспериментальных наблюдений на регулируемых пересечениях. Существуют различные методики определения величины потока насыщения с различными методами измерения

Для определения поворотных потоков использованы коэффициенты приведения потока насыщения по отношению к прямому потоку

$$C = M_H \frac{1000}{\alpha + 1.25\beta + 1.75\gamma}, \quad (1)$$

где M_H - поток насыщения для потока, движущегося прямо, ед/ч;
 α, β, γ - прямое движение, направо и налево соответственно

Используя полученное выражение, получены приведенные графики изменения потока насыщения с учетом правоповоротных и левоповоротных транспортных средств.

При помощи программы PTV VISSIM проведено моделирование различных циклов светофорного регулирования, которые были рассчитаны, учитывая скорректированных значений (таблица 1) потока насыщения.

Таблица 1

Приведение потока насыщения		
Предложенный коэффициент, К	Оптимизированный ПН, авт./ч	
	Зимой	Летом
1,0	3157	3382
0,98	3098	3298
0,96	3034	3246
0,94	2962	3174
0,92	2906	3118

По результатам исследования рекомендуется применение алгоритма для определения величины потока насыщения с использованием предложенного коэффициента коррекции.

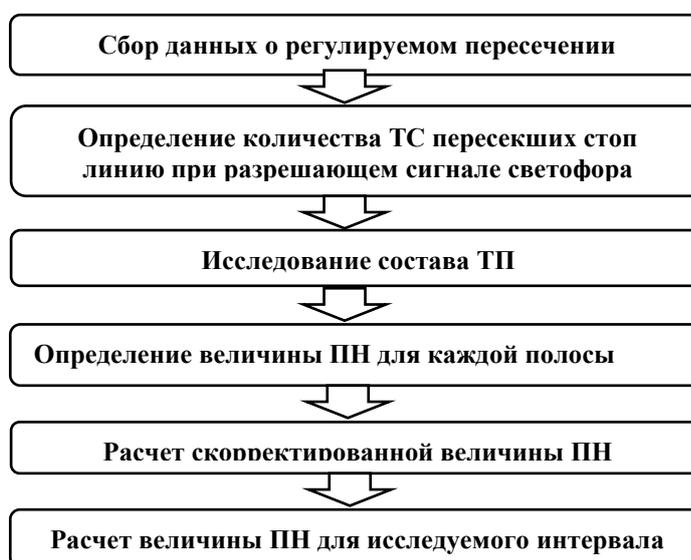


Рис. 1. Алгоритм для определения величины потока насыщения

По данному алгоритму при определении потока насыщения необходимо определить количество транспортных средств успели беспрепятственно разъехаться в период разрешающего сигнала светофора. Проведение корректировки потока насыщения по данному алгоритму дает возможность

оптимизации светофорных циклов необходимых для снижения задержек транспортного потока.

Следствие любой схемы организации дорожного движения это - возникновение задержек в местах разделения потоков. Основной целью мероприятий по уменьшению величины задержек является уменьшение длины очередей перед перекрестками.

Для построения модели синхронизации светофорных объектов на заданном участке УДС, с расположенными на участке n светофоров, расположенных подряд на различном расстоянии друг от друга (рис. 2). Прономеруем исследуемые светофоры по порядку, начиная от 1 до n . Применимо к каждому светофорному объекту рассчитаем время действия сигналов t_g , t_r и t_y . Кроме этого, необходимо определить общее время $T_{tot} = t_r + t_g + 2t_y$. Что соответствует порядку: зеленый-желтый- красный- желтый.

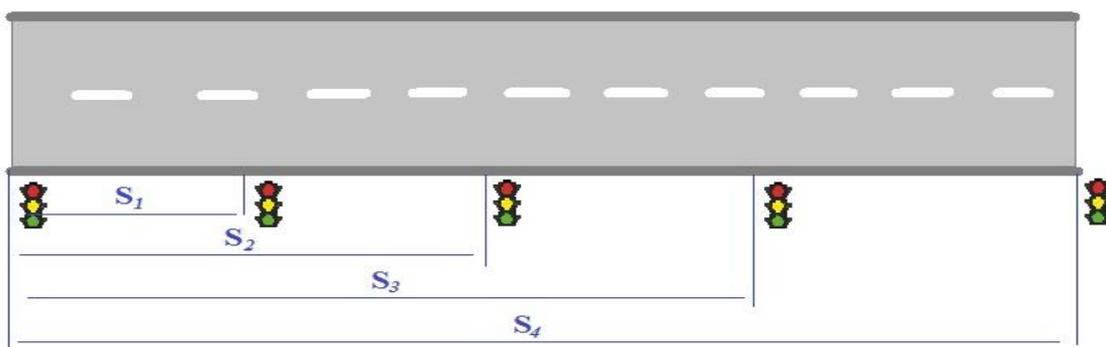


Рис. 2. Схема светофорных объектов на магистральной улице

Также необходимо задать параметры, для описания движения:

- S_i — заданное расстояние между нулевым и i -м светофором, где $i=1,2,\dots,n$;
- V — скорость движения потока автомобиля на исследуемом участке, которую примем как величину постоянную;
- t_i — время необходимое для проезда участка рассматриваемого участка длиной S_i , $t_i = S_i/V$, где $i=1,2,\dots,n$;
- M_i — момент цикла i того светофора;

Момент цикла i того светофора можно вычислить по формуле:

$$M_i = T_{tot} - t_i \bmod T_{tot}, i = 1, 2, \dots, n; \quad (2)$$

Учитывая момент цикла, можно определить какой сигнал должен быть на светофорах в начале движения автомобиля, чтобы при приезде к светофору горел зеленый сигнал.

В исследовании рассмотрим заданный участок УДС, с 8-ю светофорными объектами (таблица 2) с рабочими циклами (таблица 3)

Таблица 2

Расстояние между светофорными объектами на магистральной улице

№	0	1	2	3	4	5	6	7
$S_i, м$	0	1600	2230	3100	3600	4000	5900	6900

Таблица 3

Время горения сигнала для синхронизации светофорных объектов

№ Светофора	0	1	2	3	4	5	6	7
M_i		30.192	34.467	24.371	36.431	12.479	24.707	6.826
Сигнал	зеленый	красный	красный	красный	красный	зеленый	красный	зеленый
Время горения данного сигнала, с		9.1	13.4	3.3	15.4	12.4	3.7	6.8

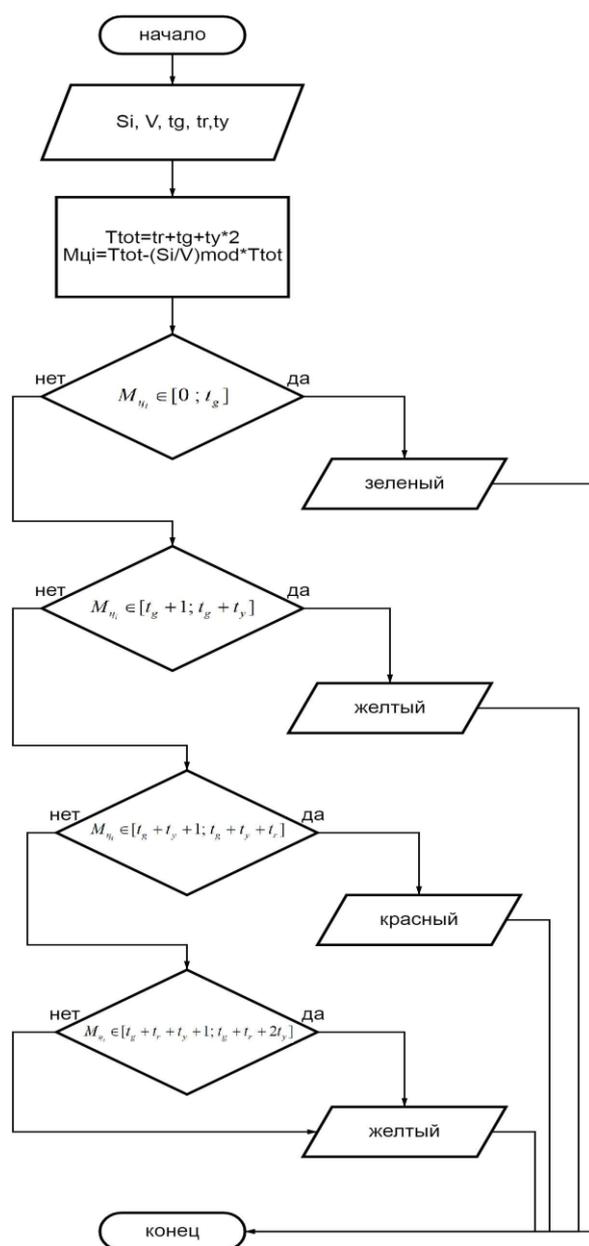


Рис.3. Алгоритм синхронизации светофорных объектов

воздуха в районах перекрестков необходимо учитывать факторы, которые характерны для режима движения автомобилей в зоне пересечения автомагистралей: разгон, торможение, холостой ход. При расчете выброса i -го

Исходя из произведенных расчетов разработан алгоритм синхронизации светофорных объектов на магистральной улице.

Расчеты выбросов автотранспортных потоков проведены по разработанной методике. Исходными данными определения выбросов автомобильного транспорта в окружающую среду принимаются результаты натуральных исследований интенсивности и структуры обследуемых автомобильных потоков с классификацией на категории транспортных средств.

На исследуемых перекрестках наблюдается повышенный выброс токсичных веществ автомобилем в следствие торможения и частых остановок транспортных средств на запрещающий сигнал светофора и движением в режиме разгона на разрешающий сигнал. Необходимо разделение на участки перед светофором на выбранной автомагистрали, на которых происходит образование очередей автомобилей, которые работают в режиме холостого хода во время простоя на запрещающий сигнал светофора.

В исследованиях при проведении расчетов оценки состояния загрязнения

загрязняющего вещества на запрещающем сигнале светофора в районе перекрестков рассчитывается:

$$M_{P_i} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_c} \sum_{k=1}^{N_{gr}} (M'_{P_{i,k}} G_{k,n}) k_z, \text{ г/мин}, \quad (3)$$

где P (минуты) - длительность запрещающего сигнала светофора (красный + желтый);

N_{gr} - число групп автомобилей на перекрестке;

N_c - число циклов запрещающего сигнала светофора;

$M'_{P_{i,k}}$ (г/мин) – удельная эмиссия i -го загрязняющего вещества транспортными средствами, k -ой группы;

$G_{k,n}$ - общее число автомобилей k -ой группы.

k_z - коэффициент, учитывающий задержку ТС на перекрестке перекрестка (Таблица 4)

$M'_{P_{i,k}}$ берутся усредненные единицы удельного выброса (г/мин), с учетом режима движения автомобилей в зоне пересечения перекрестка (разгон, торможение, холостой ход), а значения G_k, P, N_c , - берутся по результатам экспериментальных исследований регулируемых пересечений.

Таблица 4

Коэффициент, учитывающий задержку ТС на перекрестке

Уровень обслуживания на перекрестке	(с/авто)	Коэффициент задержки k_z
А	≤ 10	1
В	$> 10 - 20$	1.2
С	$> 20 - 35$	1.4
Д	$> 35 - 55$	1.6
Е	$> 55 - 80$	1.8
Ф	> 80	2.0

Для расчетов используются среднее удельное значение исследуемых показателей выбросов, которые отражают закономерности происходящих изменений в процессе автотранспортного движения в условиях городов с учётом того, что в городских условиях автомобильный транспорт совершает постоянные разгоны и торможения, двигаясь с различной скоростью на различных участках автомагистрали.

В третьей главе «**Экспериментальные исследования**» описаны экспериментальные исследования транспортного потока на регулируемых перекрестках, расположенных на проспекте Ислама Каримова.

Экспериментальное исследование интенсивности и состава транспортного потока проведено на основании разработанной и утвержденной программе с учетом требований межгосударственного стандарта ГОСТ 32965-2014 «Методы учета интенсивности движения транспортного потока».

Для достоверности проведения исследований также произведен подсчет транспортного потока с помощью наблюдателей с использованием мобильных приложений «Калькулятор автотранспортного потока» и «Калькулятор

подсчета транспорта по направлениям” разработанных автором. Данные приложения облегчают подсчет транспортных средств на регулируемых пересечениях.

Исследования проведены для всех регулируемых перекрестках на проспекте Ислама Каримова. Проведение подсчетов транспортных средств, задерживающихся на перекрестке, применяются для оптимизации светофорного регулирования и использования координированного регулирования. Результаты подсчетов для одного направления перекрестка приведены в таблице 5.

Таблица 5

Подсчет количества транспортных ТС на перекрестке

Название перекрестка		Пересечение пр.И. Каримова и ул. Мустакиллик					
Исследуемое направление		Направление 1 – улица Мустакиллик					
Дата и время исследования		10.05.2022. 8.30-8.40					
		1- полоса		2-полоса		3-полоса	
		ТС		ТС		ТС	
		ед.	остаток	ед.	остаток	ед.	остаток
1	8-30	18	6	19	6	21	7
2	8-31	16	3	17	4	24	11
3	8-32	19	7	16	5	20	8
4	8-33	20	9	18	7	19	6
5	8-34	16	3	17	5	23	12
6	8-35	17	5	18	6	22	10
7	8-36	19	7	16	3	18	6
8	8-37	16	4	15	2	25	11
9	8-38	20	7	18	6	19	8
10	8-39	21	8	19	7	20	7
	Всего	182	59	173	51	211	88
	Среднее за фазу	18	6	17	5	21	9

Количество транспортных средств пересекших стоп линию и транспортных средств оставшихся в очереди приведены на рисунке 4



Рис. 4. Среднее количество и количество оставшихся транспортных средств на перекрестке

Исследования задержек на регулируемых перекрестках на проспекте Ислама Каримова проведены на восьми перекрестках. Данные систематизированы и использованы для дальнейшего компьютерного

моделирования. Объектом исследований для получения данных количестве выброса вредных веществ на регулируемых перекрестках выбрана три регулируемых пресечения на проспекте Ислама Каримова. Испытания проведены с помощью портативного газоанализатора «Эколаб» согласно договору с Управлением по экологии и охране окружающей среды джизакской области за номером № 22/12 от 28.07.2022. При помощи газоанализатора проведены периодические измерения превышения предельной допустимой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в соответствии с СанПиН РУз 0293-11, ГН 2.1.6.1338-03, в целях охраны окружающей среды, для обеспечения экологической безопасности (рис 3.7).

По результатам замеров в протоколе результатов проведенных испытаний. На регулируемом пересечении проспекта Ислама Каримова и улицы Байналминалов содержание вредных веществ в атмосфере приведены на диаграммах.

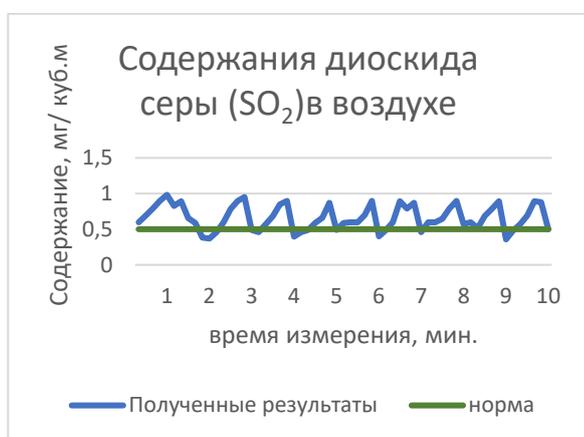


Рис.5. Диаграмма содержания диоксида серы в воздухе на перекрестке

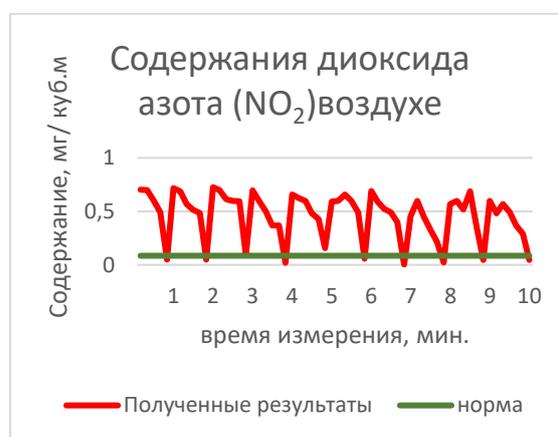


Рис.6. Диаграмма содержания диоксида азота в воздухе на перекрестке.



Рис.7. Диаграмма содержания оксида углерода (CO) в воздухе.

На основании полученных результатов эксперимента можно сделать выводы что содержание вредных веществ в воздухе на в зоне регулируемых перекрестков в разы превышает предельно допустимые концентрации.

С целью оптимизации светофорного регулирования на регулируемых перекрестках проспекта И. Каримова созданы компьютерные модели всех перекрестков. Моделирование выполнено на лицензионном программном продукте PTV VISSIM компании PTV GROUP. Для конкретного пересечения

рекомендуется брать минимальное количество допустимых фаз. Однако с точки зрения безопасности движения число фаз рекомендуется брать максимальным, так как чем больше фаз, тем меньше конфликтных точек на перекрестке. Следовательно увеличение числа фаз приводит к увеличению длины цикла. Действующая длительность цикла регулирования приведена на рисунке 8.



Рис.8. Цикл регулирования на моделируемом перекрестке

После того, как были смоделированы с использованием программы PTV Vissim для оценки состояния транспортного потока, существующие показатели перекрестка показали, что пропускная способность перекрестка в часы пик составляла 1005 автомобилей. Установлено, что максимальная длина образовавшейся очереди составляет 210 м, а средняя задержка транспортных средств-48 сек/час. Получилось, что уровень D с уровнем обслуживания (LOS). Моделирование проведено для часа пик в течении 10 минут.

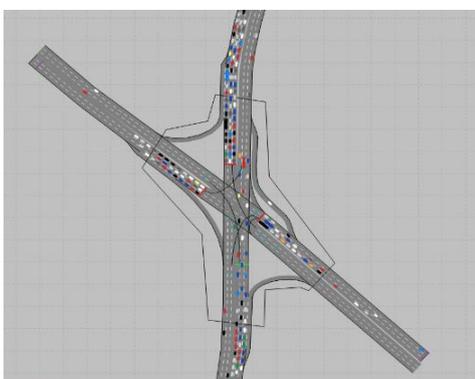


Рис. 9. Скрин модели в PTV VISSIM

Таблица 6

Результаты моделирования перекрестка проспекта Ислама Каримова с улицей Мустакиллик.

№	Показатели	Действующие показатели
1	Уровень обслуживания (LOS)	D
2	Количество автомобилей, ед	1284
2	Средняя длина очереди, м	210
3	Средняя задержка, авт/с	48
4	Эмиссия CO, г	5052
5	Эмиссия NOx, г	1125

Аналогичное исследование проведено для всех восьми регулируемых пересечений на проспекте И. Каримова. Полученные результаты использованы при синхронизации пересечений для оптимизации движения транспортного потока

В исследовании синхронизация регулируемых пересечений на проспекте Ислама Каримова города Джизака проведена компьютерным моделированием в программном продукте Avenue 2.0.

В исследовании с помощью программы созданы модели всех регулируемых пересечений, расположенных на объекте исследования (рис.10). В качестве исходных данных для моделирования использованы данные экспериментальных наблюдений.



Рисунок 10. Модель перекрестка проспекта И. Каримова и ул. Байналминалов

После моделирования параметров перекрестков связываем их в единую модель, показывающую уровень синхронизации светофорных объектов между собой (рис 11). Проведенное моделирование показывает, что координированное управление движением транспортного потока с применением синхронизации светофорных объектов может быть эффективно усовершенствовано при помощи моделирования процессов

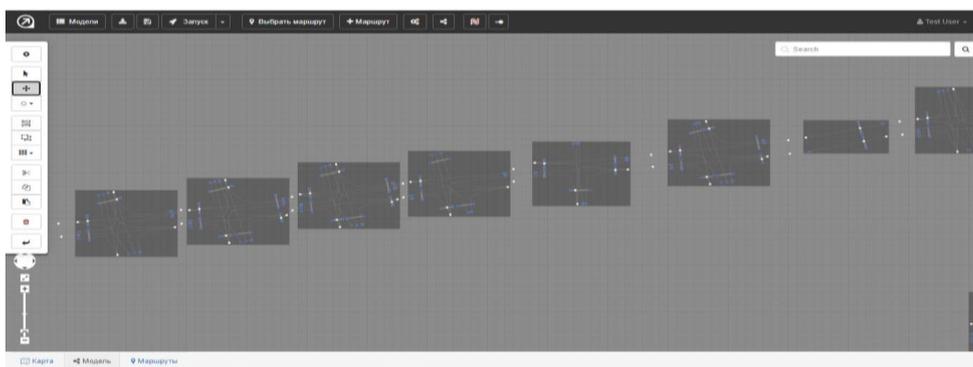


Рисунок 11. Модель регулируемых перекрестков на проспекте И. Каримова.

Моделирование дает возможность оптимизировать параметры светофорного регулирования, для обеспечения уменьшения уровня воздействия светофорного регулирования на движущиеся по перегону группы транспортных средств.

После проведения моделирования необходима оценка адекватности транспортных моделей. При калибровке и валидации были использованы

статистические критерии, позволяющие быстро оценить основные параметры созданных компьютерных моделей (формулы 4 – 8).

На этапе калибровки моделей проводится их оценка по пяти параметрам:

1. Средняя абсолютная ошибка: среднее отклонение абсолютных значений (разница между наблюдаемым и рассчитанным значением):

$$\delta_a = \frac{\sum_{i=1}^N \text{abs}(Z_i - U_i)}{N}, \quad (4)$$

где

Z_i – наблюдаемое значение;

U_i – значение, рассчитанное по модели задержки;

N – количество точек наблюдения.

2. Средняя относительная ошибка: среднее отклонение абсолютных значений в процентах:

$$\delta_p = \frac{\sum_{i=1}^N \text{abs}(Z_i - U_i)}{\sum_{i=1}^N Z_i} 100\% \quad (5)$$

3. Среднеквадратическое отклонение:

$$v_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - U_i)^2}{N}}, \quad (6)$$

4. Относительное среднеквадратическое отклонение:

$$v_p = \frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - U_i)^2}{\frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}}, \quad (7)$$

5. Коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})(U_i - \bar{U})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})^2 \sum_{i=1}^N (U_i - \bar{U})^2}}, \quad (8)$$

где

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}, \quad \bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^N U_i}{N}$$

Определим достоверность разработанной модели для управления работой СО в сравнении с моделью Вебстера.

Получение первичных данных для калибровки и валидация полученной модели произведена: с использованием секундомера устанавливалось наблюдаемое время Z задержки ТС, в интервале 30, 60, 90. После этого проводилось сравнение с аналогичным временем U .

Проведение валидации моделей необходима для определения того, что модель можно использовать для проведения экспериментального анализа. Проведение сравнительного анализа наблюдаемых выходных и итоговых данных используется при валидации имитационной модели

По результатам валидации можно утверждать, что полученная модель управления транспортного потока точнее описывает процессы СР и является пригодной для использования.

В четвертой главе «**Обобщение результатов экспериментальных исследований и экономическая эффективность от внедрения исследований**» произведен анализ натуральных исследований показателей

транспортного потока, обобщены результаты экспериментальных исследований и расчетов выбросов вредных веществ в окружающую среду и произведен экономический подсчет снижения потерь от внедрения результатов исследования.

При анализе результатов экспериментальных исследований с учетом влияния характеристик транспортного потока на эффективность организации движения на улично-дорожной сети определены перекрестки с высокой вероятностью возникновения транспортных заторов. По результатам компьютерного моделирования получены следующие данные о перекрестках, расположенных на проспекте Ислама Каримова. Результаты компьютерного моделирования в течении 10 минут перекрестка проспекте Ислама Каримова-улицы Мустакиллик приведены в таблице 7.

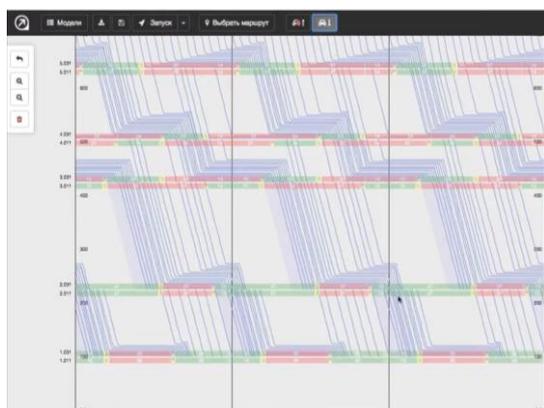
Таблица 7

Результаты моделирования на перекрестке проспекта Ислама Каримова и улицы Мустакиллик.

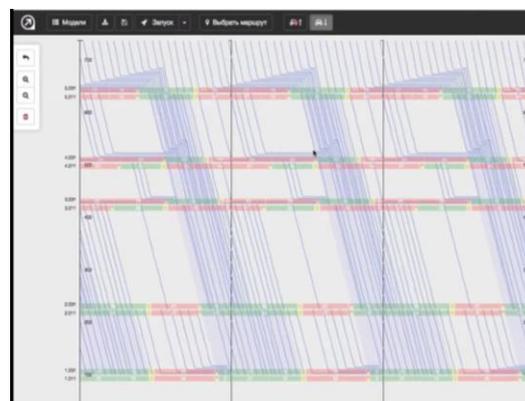
№	Показатели	Действующие показатели	Полученные показатели
1	Уровень обслуживания (LOS)	D	C
2	Количество автомобилей, ед.	1284	1284
2	Средняя длина очереди, м	210	98
3	Средняя задержка, авт./	48	30
4	Эмиссия CO, г	5052	3152
5	Эмиссия NO _x , г	1125	842

Результаты оптимизации режимов регулирования позволяют на 30 % снизить задержки транспортных средств на перекрестке соответственно уменьшается расход топлива и количество выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Модель, выполненная в программе Avenue 2.0 показала об отсутствии синхронизации между перекрестками на проспекте Ислама Каримова. Это приводит к увеличению задержек перед регулируемые перекрестками. Результаты приведены на пространственновременной диаграмме рис. 12.



а) до синхронизации



б) после синхронизации

Рис. 12. Пространственновременная диаграмма перекрестков проспекта Ислама Каримова

Результаты оптимизации показывают значительные изменения при движении транспортного потока по проспекту. Транспортный поток, попадая в «зеленую волну» движется через перекрестки без остановок. Суммарная задержка на перекрестках и Каримова снизилась до 61 авт./час. Среднее время проезда из начальной точки перекрестка до конечной уменьшилось на 26 %.

При проведении теоретических расчетов и экспериментальных исследованиях определены возможные концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых транспортными средствами на проспекте Ислама Каримова в городе Джизак.



Рис. 13. Выбросы вредных веществ на перекрестках И. Каримова.

Использование режимов регулирования и синхронизации регулируемых перекрестков, полученных по результатам моделирования, дают возможность уменьшения выбросов вредных веществ на 28%, что благоприятно скажется на экологической обстановке в г. Джизаке.

«Определение социально-экономических потерь, при неэффективной организации дорожного движения является важнейшей проблемой при оценке эффективности организации дорожного движения». Главным фактором, значительно влияющим на снижение потерь это обустройство автомобильных дорог и координированное управление светофорными объектами на магистральных улицах.

Стоимость одного машино-часа (C_{m-h}) нужно определять, учитывая дополнительные издержки владельцев транспортных средств, в расчете на один час потерянного времени. В состав этих расходов входят дополнительные заработная плата водителя (кроме транспортных средств, принадлежащих физическим лицам), амортизационные отчисления, дополнительные затраты на топливо-смазочные материалы.

Заработную плату E_w можно определить на основании данных о среднемесечный заработок водителей E и месячного фонда рабочего времени F , который в среднем составляет 170-180 часов:

$$E_w = k \frac{E}{F}, \quad (9)$$

где $k = 1,26$ - коэффициент, учитывающий отчисления по единому социальному налогу.

Амортизационные отчисления за один час E_a рассчитывают на основе нормативного срока службы транспортных средств T_n (есть в пределах 8-10 лет), годового фонда рабочего времени F_w (1800-2000 часов) и рыночной стоимости транспортного средства C_v :

$$E_a = \frac{C_v}{T_n F_w}, \quad (10)$$

Дополнительные расходы на топливо-смазочные материалы E_f в расчете на один час работы транспортного средства определяют с учетом норм расхода топлива на 100 км пробега R_c , средней технической скорости движения V_t и стоимости 1 л топлива F_l :

$$E_f = \frac{R_c V_t F_l}{100} \quad (11)$$

С целью получения реальных значений E_w, E_a, E_f обработан статистические данные относительно этих величин на 2021 год на примере автобуса Isuzu C_{m-h}^{bus} составляет 87 тыс сум/час.

Стоимости одного машино-часа работы легковых автомобилей можно воспользоваться данными, приведенными в, C_{m-h}^{pas} 38 тыс. сум/час.

Среднюю стоимость одного машино-часа работы ТС с учетом состава ТП определяют по сумме:

$$C_{m-h} = C_{m-h}^{pas} n_{pas} + C_{m-h}^{bus} n_{bus}, \quad (12)$$

где n_{pas}, n_{bus} количество в транспортном потоке соответственно легковых автомобилей и автобусов.

По этой сумме можно определить стоимость одного машино-часа работы транспортных средств для получения транспортного потока, в котором, например, 90% легковых автомобилей и 10% автобусов (грузовых транспортных средств):

$$C_{m-h}^{90-10} = 0.9 * 38000 + 0.1 * 87000 = 34200 + 8700 = 42900 \text{ сум}$$

Рассчитаем экономические потери транспортных средств от простоя на перекрестке:

$$C_{m-h}^{90-10} * t_{p-час} = 120,7 * 42900 = 5\,148\,000 \text{ сум/ч}$$

Рассчитанные потери применимы к действующей схеме управления светофорными объектами на проспекте и Каримова. По результатам проведенных наблюдений повышенная интенсивность ТП наблюдается в среднем шесть часов в сутки. По результатам проведенного моделирования получена 24% снижение задержек ТП на объекте исследования. Соответственно предложенная модель управления ТП дает возможность сэкономить 2,7 млрд. сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате диссертационного исследования по повышению экологической и дорожной безопасности улично-дорожной сети расширением функциональности управления транспортным потоком сформулированы следующие выводы:

1. Разработанный алгоритм определения потока насыщения с использованием коэффициентом коррекции позволяет точнее определить величину потока насыщения, используемую для определения оптимального метода организации транспортных потоков на регулируемых пересечениях.
2. По результатам изучения процесса движение потока, создана математическая модель для определения оптимального необходимого времени для проезда транспортными средствами заданного участка. Для расчета синхронизации использовался момент цикла i -того светофора позволяющий определить оптимальный цикл регулирования на светофорных объектах.
3. В разработанной методике расчета выбросов вредных веществ автомобильным транспортом в окружающую среду применяется результаты натуральных исследований интенсивности и структуры обследуемых автомобильных потоков с классификацией на категории транспортных средств. Для расчетов используются среднее удельное значение исследуемых показателей выбросов, которые отражают закономерности происходящих изменений в процессе автотранспортного движения в условиях городов с учётом того, что в городских условиях автомобильный транспорт совершает постоянные разгоны и торможения, двигаясь с различной скоростью на различных участках автомагистрали.
4. Проведенное компьютерное моделирование транспортного потока с учетом синхронизации светофорных объектов на магистральной улице дало следующие результаты:
 - после моделирования циклов регулирования перекрестков, с целью оптимизации режимов регулирования показатель уровня обслуживания (LOS-Level of service) повысился с показателя «D» до показателя «C». Результаты оптимизации режимов регулирования позволяют на 24 % снизить задержки транспортных средств на перекрестке
 - результаты оптимизации показывают значительные изменения при движении транспортного потока по проспекту. Транспортный поток, попадая в «зеленую волну» движется через перекрестки без остановок. Среднее время проезда из начальной точки перекрестка до конечной уменьшилось на 26 %.
 - использование оптимальных режимов регулирования и синхронизации регулируемых перекрестков, полученных по результатам моделирования, дают возможность уменьшения выбросов вредных веществ транспортными средствами на 28%, что благоприятно скажется на экологической обстановке в г. Джизаке
 - по результатам проведенного моделирования получена 24% снижение

задержек транспортного потока на проспекте Ислама Каримова. Средняя техническая скорость движения повысилась с показателя 22 км/ч до 29 км/ч. Соответственно предложенная модель управления транспортным потоком дает возможность сэкономить на объекте исследований 2,7 млрд. сум в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE
PhD. 03/30.09.2020.T.124.01 AT INSTITUTE OF ANDIJAN
MACHINEBUILDING INSTITUTE**

ANDIJAN MACHINEBUILDING INSTITUTE

ERNAZAROV AZIZ ALIBAYEVICH

**IMPROVING THE ENVIRONMENTAL AND ROAD SAFETY OF
THE ROAD NETWORK BY EXPANDING THE FUNCTIONALITY OF
TRAFFIC FLOW MANAGEMENT**

05.08.06- Wheeled and tracked vehicles and their operation

**ABSTRACT OF DISSERTATION
For the doctor of philosophy (Phd) of technical sciences**

Andijan-2023

The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2022.4.PhD/T3388

Dissertation was carried out at the Andijan machinebuilding institute.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific website (www.andmiedu.uz) and on the website of «Ziyonet» information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Research supervisors:

Bazarov Baxtiyor Imamovich
Doctor of technical sciences, professor.

Official opponents:

Djumaboyev Alijon Bakishevich
Doctor of technical sciences, professor.

Azizov Qudratilla Husanovich
Candidate of technical sciences, professor

Leading organization:

Namangan Engineering-Construction Institute

Defence will take place on 19.08 2023 at 9 o'clock at the meeting of scientific council PhD. 03/30.09.2020.T.124.01 under Andijan machinebuilding institute. Address: 170119, Andijan, Boburshax street, 56. tel: (+99874) 223-47-18; факс: (+99874) 223-43-67, e-mail: u.madrahimov@andmiedu.uz

Dissertation can be reviewed at the Information-resource Centre at the Andijan machinebuilding institute (registration number 10) (Address: 170119, Andijan, Boburshax street, 56. Tel: (+99891) 612-30-06; Fax: (+99874) 223-43-67.

Abstract of dissertation sent out on 7 of 08 2023 y.
(mailing report № 10 on 7.08 2023 y.).



U.M. Turdialiev
Chairman of scientific council on awarding of scientific degree, Doctor of technical sciences.

X.U. Akbarov
Scientific secretary of scientific council on award scientific degree, Doctor of philosophy of technical sciences.

K.Z. Qosimov
Chairman of scientific council seminar at the Scientific council for the awarding academic degrees, Doctor of technical sciences.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the study is optimization of traffic flow management in order to ensure environmental friendliness and road safety of the road network.

Research objectives:

determination of the saturation flow of vehicles at intersections located on main streets;

development of mathematical calculation and algorithm of synchronization by traffic light objects on the main streets of cities;

improving the methodology for calculating the amount of harmful substances emitted by vehicles in traffic jams that occur at regulated intersections of urban thoroughfares;

development of a computer model of traffic flow management with synchronization of traffic lights on main streets, taking into account the reduction of delays at intersections and reducing the impact of vehicles on the environment.

The object of the study is a traffic flows on the main streets of cities.

The subject of the study is the processes of traffic flow management on the road network with regulated intersections.

Research methods. The study used methods of system and statistical analysis, the method of experimental research, analysis using simulation and mathematical calculation

Scientific novelty of the study:

on the basis of vehicle traffic modeling and computer simulation of vehicle flow, the saturation flow correction coefficient is determined;

a formula is obtained for determining the moment of the cycle i of the traffic light, taking into account the determination of the signal at the traffic light at the beginning of the movement of the vehicle on the main streets;

the dependence of the amount of emissions of harmful substances emitted by vehicles is established using the delay coefficient of stv vehicles at intersections, taking into account the level of service of the intersection (LOS-Level of service) of urban thoroughfares;

with the help of a computer simulation model based on the synchronization of traffic light objects on the main street, a spatio-temporal diagram of the shift of traffic flow was obtained.

Implementation of the research results. Based on a study on improving the environmental and road safety of the road network by expanding the functions of traffic flow management, the following results were obtained:

the method of synchronizing traffic light objects of regulated intersections of main streets was put into practice in the activities of the Jizzakh City Transport Department (reference of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 2/5569 dated September 19, 2022). As a result, it was possible to reduce vehicle delays by 24%, and the average travel time from the starting point to the end of the highway -by 26%;

the methodology for determining the amount of harmful substances emitted by vehicles by using optimal modes of traffic flow control and synchronization of a regulated intersection has been introduced into the practice of the Jizzakh Regional Department of Ecology and Environmental Protection (reference of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 2/5569 dated September 19, 2022). As a result, the amount of harmful substances released into the environment has been reduced by 28%.

Approbation of the results of the study. The results of the research were discussed at 8 scientific conferences, including 5 international and 3 republican scientific and practical conferences.

Publication of the results of the study. In total, 18 scientific papers have been published on the topic of the dissertation, including 6 articles in scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of the dissertation. In addition, two programs have been developed for mobile devices designed to count vehicles in the traffic flow, for which copyright certificates of the Agency for Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan have been obtained.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of abbreviations and symbols, a list of sources used and appendices. The volume of the dissertation is 111 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Ernazarov A. Status and ways of solving the problem of road safety of the republic of Uzbekistan // Scientific and technical journal of Namangan institute of engineering and technology.-2021.-№2.-321-327 pages. (05.00.00; №33).
2. Базаров Б.И., Эрназаров А.А. Влияние транспортных задержек на городских перекрестках на экологию//Научно-технический журнал Машиностроение Андижанского машиностроительного института. -2022.-№1.-С.230-239 б. (05.00.00; ОАК Раёсатининг 2021-йил 30-декабрдаги 310/10-сон қарори)
3. Ernazarov A. Efficiency of functioning of intersections with high-intensity traffic and pedestrian flows // Technical science and innovation: Vol. 2022: Iss. 1, Article7. DOI: <https://doi.org/10.51346/tstu-01.22.1-77-0162> (05.00.00; №16).
4. Bazarov B., Ernazarov A., Calculation the amount of emissions of harmful substances by cars at urban intersections // Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent, 2022, 31, 51-54 pages (05.00.00; №25).
5. Эрназаров А.А. Оптимизация регулируемых перекрестков // Развитие науки и технологий журнал Бухарского инженерно технологического института. - 2022.-№ 3. -С.38-44 б. (05.00.00; №24)
6. Эрназаров А.А. Закономерность образования задержек автотранспортных средств перед перекрестками // Транспорт: наука, техника, управление. РФ-2022. -№7.-С.48-52. (05.00.00; №82)

II бўлим (II часть; part II)

7. Эрназаров А.А., Безопасность дорожного движения на дорогах Республики Узбекистан // Вестник науки. РФ. 2021. №1 (34), -С 232-235.
8. Эрназаров А.А. Математическая модель проезда регулируемых перекрестков. // Грузовик, РФ. -2022, -№5-С 10-14.
9. Эрназаров А.А. Методика расчета количества выброса токсичных веществ в окружающую среду транспортным потоком // Вестник науки, международный научный журнал, РФ. -2022, -№9, -С 92-99.
10. Эрназаров А.А. Необходимость синхронизации перекрестков на магистральных улицах// Вестник науки, международный научный журнал, РФ. -2022, -№3, -С 110-113.
11. Эрназаров А.А. Модель проезда регулируемого перекрестка// Материалы XXI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Исследование и разработки в области машиностроения, энергетики и управления» Белорусия, Гомель 2021,- С.245-248.

12. Эрназаров А.А, Сенсорные технологии для интеллектуальных транспортных систем//Йўл ҳаракати хавфсизлигини таъмирлашнинг долзарб муаммолари ва бу соҳада ҳуқуқбузарликларнинг профилактикаси, Халқаро илмий нашр, Тошкент 2021,-252-262 бетлар.
13. Ernazarov A.A Checking the adequacy of traffic flow modeling in Aimsun// “Ishlab chiqarishning texnik, muhandislik va texnologik muammolarini inovatsion yechimlari” mavzida Xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallari. Jizzax 2021, 891-894 betlar.
14. Эрназаров А.А. Проверка адекватности моделирования транспортных потоков в PTV VISSIM// “Мамлакатимизда замонавий автомобилларга техник хизмат кўрсатиш узлуксизлигини таъминлашнинг долзарб муаммолари ва уларнинг самарадор ечимлари” мавзусида Республика илмий ва илмий-амалий Анжуман маърузалар тўплами. Фарғона 2021, 155-159 бетлар
15. Эрназаров А.А, Анализ методов организации дорожного движения // “2022- йил -Инсон кадрини улуғлаш ва фаол маҳалла йили”га бағишланган “Давлат дастури: барқарор тараққийёт сари муҳим кадам” мавзусидаги илмий-амалий анжуман. Урганч 2022, 3-5 бетлар.
16. Эрназаров А.А. Анализ способов определения пропускной способности перекрестков.// Илмий тадқиқотлар саммити. Республика кўп тармоқли илмий саммит материаллари тўплами, Тошкент 2022. 908-910 бетлар.
17. Эрназаров А.А. Математическое моделирование проезда перекрестка.// Международная научно-практическая конференция на тему «Роль и значение цифровой жизни и социальных наук в воспитании гармонично развитого поколения: актуальные проблемы и перспективы» Андижан 2022, -С 184-187
18. Эрназаров А.А. Локальные адаптивные алгоритмы управления движением на регулируемых перекрестках. // «Инновацион техника ва технологияларнинг муаммо ва истиқболлари» мавзусидаги II- Халқаро илмий ва илмий-техник анжумани илмий нашрлар тўплами. Тошкент 2022, 318-320 бетлар.

Avtoreferat «Mashinasozlik» ilmiy-texnika jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi
va o'zbek, rus, ingliz tillaridagi
matnlar o'zaro muvofiqlashtirildi (“_26_” iyul_2023 y)

Bosishga ruxsat etildi 27.07.2023 y.
Bichimi 60×841/16, «Time New Roman» garnitura.
Raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 2,75. Adadi:70. Buyurtma: №36
AndMI nashriyoti bosmaxonasida nashr etildi.
Manzil: 170100, Andijon sh., Boburshoh 56.

