

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

ŞƏHƏRLƏRDƏ AVTOMOBİL TIXAQLARININ YARANMA SƏBƏBLƏRİ VƏ ONLARIN ARADAN QALDIRILMASI

İxtisas: 3327.01 – Nəqliyyat sistemləri texnologiyası

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Mirhəmid İltifat oğlu Bağırov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor
Heybətulla Mabud oğlu Əhmədov

Rəsmi opponetlər:

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.41 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: _____

Dissertasiya şurasının
elmi katibi: _____

Elmi seminarın sədri: _____

İŞİN ÜMUMİ SƏCIYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Avtomobilləşmənin sürətli artımı sahəsində insanların “tıxac” və sıxlıqlarda qalmaları, vaxt itkiləri, ekoloji balansın pozulması, əsəbin, stresin yaranması, yol-nəqliyyat hadisələrinin sayının artması və s. hallar müşahidə edilməkdədir.

Xüsusən avtomobilləşmənin sürətli inkişafı nəticəsində yaranan “tıxac”lar müasir dövrdə daha aktual məsələlərdən hesab edilir. Avtonəqliyyat vasitələrinin “tıxac” probleminin dünyanın əksər ölkələrində özünü kəskin şəkildə göstərməsinə baxmayaraq, onun həll edilməsində hər zaman yeni metod və yanaşmalar axtarılmışdır. Ona görə də hazırda həmin üsullar daha çox təhlil edilir və onların yaranma səbəbləri dərinlənən araşdırılır.

Qeyd edilənlərlə əlaqədar olaraq çoxlu sayda tədqiqatçılar tərəfindən bir sıra şəhərlərdə “avtomobil tıxacları”nın yaranma səbəbləri öyrənilmiş və onların aradan qaldırılması istiqamətində müəyyən təkliflər irəli sürülmüşdür. Qeyd edilən tədqiqatların nəticələri bu baxımdan Koreya Respublikasının paytaxtı Seul şəhərində, Çin Xalq Respublikasının paytaxtı Pekin şəhərində, Hindistanın paytaxtı Dehli şəhərində, Türkiyə Respublikasının İstanbul şəhərində və bir sıra digər ölkələrin böyük şəhərlərində müsbət nəticələrin əldə edilməsinə imkan yaratmışdır.

Belə ki, Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 2018-ci il 5 yanvar tarixli 1 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmiş “Yaşayış məntəqələrinin yaşıllıqla təmin edilməsi Normaları”nın 1 nömrəli əlavəsinin qeyd hissəsində şəhər əhalisinin sayına görə şəhərlər aşağıdakı kimi bölünmüşdür:

- Əhalisinin sayı bir milyondan çox olan şəhərlər – çox iri;
- 250 mindən bir milyonadək olan şəhərlər – iri;
- 100 mindən 250 minədək olan şəhərlər – böyük;
- 50 mindən 100 minədək olan şəhərlər – orta;
- 50 minədək olan şəhərlər kiçik şəhərlər qrupuna aiddir.

Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin 2019-cu il 1 yanvar tarixinə olan məlumatına əsasən Bakı şəhərinin əhalisinin sayı 2277,5 min nəfərdir. Qeyd edilən əhali sayına görə Bakı

şəhəri “çox iri” şəhərlər qrupuna aid edilir. Bu səbəbdən dissertasiya işi Bakı şəhərinin timsalında aparılmışdır.

Azərbaycan Respublikasında 2018-ci il üzrə nəqliyyat sektorunda avtomobil nəqliyyatının sərnişin daşımalarında payı 88.2% (metro 11.5%, dəmir yolu 0.14%, hava 0.12%, dəniz 0.001%), sərnişin dövriyyəsində payı 76.5% (hava 14.3%, metro 7.7%, dəmir yolu 1.4%, dəniz 0.02%) olmuşdur. Azərbaycan Respublikasında 2018-ci il üzrə nəqliyyat sektorunda avtomobil nəqliyyatının yük daşımalarında payı isə 65% (boru kəməri 25.4%, dəmir yolu 6%, dəniz 3.6%, hava 0.1%) baş vermişdir. Statistik göstəricilər göstərir ki, Azərbaycan Respublikasında daşımalarda avtomobil nəqliyyatı böyük üstünlüyə malikdir.

Avtomobil nəqliyyatının böyük üstünlüyə malik olması öz növbəsində dəyişən hərəkət rejimlərində yolayrıclarında avtomobillərin yığılmasına və tez-tez dayanmalara səbəb olur ki, bu da hərəkətin təhlükəsizlik səviyyəsini azaldır, şəhərlərin hava hövzəsinin ixrac qazlarının zəhərli məhsulları ilə çirklənməsinə və nəqliyyatın səs-küyünə səbəb olur. Bu kimi halların qarşısını almaq məqsədi ilə yol hərəkətinin idarə olunması formaları üzərində məqsədyönlü işlər aparılmışdır. Ancaq qeyd etmək lazımdır ki, təcrid olunmuş yolayrıclarında optimal idarəetmənin tətbiqi istər sərt, istərsə də adaptiv (çevik) rejimlərdə lazımı səmərəni vermir. Yəni, şəhər magistrallarında və ümumilikdə küçə-yol şəbəkəsində optimal idarəetmə və nizamlaşmanı həyata keçirmək üçün sistemli idarəetmə tətbiq olunmalıdır. Belə sistemlər çoxfunksiyalı sistemlər kimi operatorun avtomatik idarəetmə və gözlənilən yol şəraitləri haqqında sürücüləri məlumatlandırır. Qeyd edilən sistemləri avtomatik və daha çevik təşkil etmək məqsədi ilə Azərbaycan Respublikasının Prezidenti tərəfindən Bakı şəhərində nəqliyyat əməliyyatlarının intellektual idarə edilməsi sisteminin yaradılması haqqında 2007-ci il 26 oktyabr tarixli 2469 nömrəli sərəncam imzalanmış və 2011-ci il 29 dekabr tarixində Nəqliyyatı İntellektual İdarəetmə Mərkəzi (NİİM) istifadəyə verilmişdir.

Yuxarıda qeyd edilənlərə əlavə olaraq, Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2018-ci il 27 dekabr tarixli 852 nömrəli Sərəncamı ilə “Azərbaycan Respublikasında Yol hərəkətinin təhlükəsizliyinə dair

2019-2023-cü illər üçün Dövlət Prorqamı” təsdiq edilmişdir. Qeyd edilən Proqramda Respublikada yol hərəkətinin təhlükəsizliyi səviyyəsinin artırılması vasitəsilə yol-nəqliyyat hadisələrinin sayının və bu hadisələr nəticəsində ölkəyə dəyən sosial-iqtisadi zərərin azaldılması istiqamətində tədbirləri özündə ehtiva edir. Dövlət Proqramı Azərbaycan Respublikası Konstitusiyasının, Azərbaycan Respublikasının tərəfdar çıxdığı beynəlxalq hüquqi aktların və Azərbaycan Respublikasının qüvvədə olan digər normativ hüquqi aktlarının tələbləri nəzərə alınmaqla hazırlanmışdır.

Həmçinin dünyanın bir sıra aparıcı ölkələrində İntellektual Nəqliyyat Sistemləri, nəqliyyat axınlarının əvvəlcədən proqnozlaşdırılması məqsədilə simulyasiya proqramları (PTV, AIMSUN və s.), ağıllı şəhər (smart city) və digər layihələr həyata keçirilmişdir.

İntellektual nəqliyyat sistemində əsas bölmələrdən biridə nəqliyyatda siqnalara nəzarət bölməsi olduğundan, həmin bölmənin də vacib elementi əlaqələndirilmiş nizamlaşdırma qrafikinə (yaşıl dalğa rejiminə) adaptiv şəkildə quraşdırılmasıdır. Elə bu baxımdan şəhərlərdə avtomobil tıxaclarının yaranma səbəbləri və onların aradan qaldırılması dissertasiyası günün tələbləri baxımından aktualdır.

Tədqiqatın obyektinə və predmetinə. Dissertasiya işinin tədqiqat obyektinə şəhərlərdə yaranan tıxaclar, onların qarşısının alınması və nəqliyyat şəraitinin yaxşılaşdırılması kimi mühüm məsələlər təşkil edir. Araşdırmaların nəticələri əsasında, avtonəqliyyat vasitələrinin orta sürətinin müəyyənləşdirilməsinin yol sıxlığının qiymətləndirilməsində, eləcə də “yaşıl dalğa” rejiminə adaptiv nizamlaşdırılmasında əhəmiyyətli bir göstərici olduğu vurğulanır.

Bu məqsədlə şəhərlərdə avtomobil tıxaclarının yaranma səbəbləri və onların aradan qaldırılması araşdırlarkən bir sıra müəlliflərin elmi işlərindən, eləcə də məqalələrindən hal-hazırkı mövzunun tədqiqi zamanı istifadə olunmuş və onlara istinadlar edilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Tədqiqatın əsas məqsədi avtomobil tıxaclarının və nəqliyyat sıxlığının qiymətləndirilməsi və nəzərə alınan göstəricilər vasitəsilə şəhər nəqliyyatının effektivliyinin

vəziyyətini təşkil etməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün müxtəlif tədqiqat metodu və üsulları tətbiq edilmişdir.

Dissertasiya işinin başlıca məqsədləri aşağıdakılardır:

- şəhərlərdə nəqliyyatı əlaqələndirmə qrafikinin “yaşıl dalğa” qurulması üçün tövsiyyə edilən orta hərəkət sürətinin müəyyənləşdirilməsi;

- avtomobil tıxaclarının aradan qaldırılması məqsədilə təkliflərin hazırlanması və metodiki vasitələrdən istifadə edilməklə elmi yanaşmanın tətbiqi;

- nəqliyyat infrastrukturunun hazırkı vəziyyətinin və inkişaf potensialının qiymətləndirilməsi;

- Bakı şəhərində tətbiq olunan intellektual nəqliyyat idarəetmə sisteminin təhlili və effektivliyinin qiymətləndirilməsi;

- dünya əsasında mövcud olan nəqliyyat innovasiyaları və layihələrinin öyrənilməsi və Azərbaycan kontekstində tətbiqi üçün təkliflər.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya müxtəlif şəhərlərdə aparılan araşdırmalara əsaslanaraq mövcud və təcrübəyə arxalanan avtomobil tıxaclarının azaldılması metodlarını və həll yollarını təklif edir. Bu təklif olunan metodlar arasında aşağıdakılar əsas yeri tutur:

- smart mobillik;

- neyron şəbəkənin qurulması;

- ictimai nəqliyyatın inkişafı;

- yol infrastrukturunun təkmilləşdirilməsi.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar. Dissertasiyada əsas müddəalar sırasında aşağıda qeyd edilənləri vurğulamaq lazımdır:

- avtonəqliyyat vasitələrinin hərəkət sürətinin yol-nəqliyyat vəziyyətlərinin kompleks göstəricisi qismində araşdırılması;

- avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılması üçün öyrətmə, qiymətləndirmə və test korpuslarının qurulması;

- yol hərəkətinin təşkilinin səmərəliliyinin və təhlükəsizliyinin yüksəldilməsi istiqamətində “smart city” layihələri;

- süni intellekt metodu ilə yol hərəkət göstəricilərinin proqnozlaşdırılması;

- Bakı şəhəri Mətbuat prospektində “Yaşıl dalğa” layihəsi;

- Neyron şəbəkənin öyrədilməsi nəticələrinin qiymətləndirilməsi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Tədqiqatın əsas elmi yeniliyi, nəqliyyat sahəsindəki simulyasiya metodlarının və avtomatlaşdırılmış nəqliyyat idarəetmə sistemlərinin tətbiqində inkişaf etmiş nəzəri və tətbiqi aspektləri birləşdirən müstəqil bir modelin təqdim edilməsidir. Bu model vasitəsilə yaşıl dalğa rejiminin adaptiv nizamlaması təşkil olunacaq ki, bununla da şəhərlərin küçə-yol şəbəkəsində xüsusilə də NİİM tərəfindən idarə olunan bütün nizamlanan yolayrıcılarında günün “pik”, “qeyri-pik” saatları, həftə sonları, bayram günləri və digər aralıqlar üzrə əlaqələndirmə təşkil olunacaqdır. Bununla yanaşı layihələndirilmiş yol infrastrukturunun effektiv və təhlükəsiz şəkildə idarə edilməsi məqsədilə nəqliyyatın müvafiq hərəkətini təhlil edir və optimal qrafiklər təklif edir.

Beləliklə, tədqiqatın əsas innovativ xüsusiyyətlərindən biri də şəhərlərin əsas prospektlərində olan yol hərəkətinin təşkilinin texniki nizamlama vasitələrinin və hərəkətin təşkilinə təsir edə biləcək bütün vasitələrin, hərəkət intensivliklərinin, hərəkət sürətlərinin öyrənilərək giriş parametrləri kimi neyron şəbəkəyə daxil edilməsi ilə tövsiyə edilmiş orta hərəkət sürətini 95% dəqiqliklə proqnozlaşdırmağa imkan yaratmaqdan ibarətdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Əldə edilmiş əsas nəticələr mühüm nəzəri və tətbiqi əhəmiyyətə malikdir. Avtomobil nəqliyyatının müasir dövrdəki inkişafı iqtisadiyyatın, mədəniyyətin və sosial həyatın bir sıra aspektlərinə təsir göstərir. Bu inkişafın müsbət və mənfi tərəfləri mövcuddur, həmçinin inkişafın sürəti artıq iqtisadi, eləcə də ictimai məsələləri əhatə edir. Praktiki mərhələdə avtomobil nəqliyyatının inkişafı özündə “tıxac”, vaxt itkiləri, ekoloji problemlər, əsəb və stres yaradılması, nəqliyyat hadisələrinin sayının artması kimi məsələləri də əhatə edir. Əhalinin hərəkətinin və nəqliyyatın effektiv idarə olunmasını təmin etmək üçün Bakı şəhərində NİİM fəaliyyət göstərir. Bu mərkəz, dünya təcrübəsinə uyğun olaraq, avtomobil nəqliyyatının sürətli və effektiv idarə olunması üçün inkişaf etdirilmişdir. Dissertasiya işinin nəzəri əsasını aparılan çoxsaylı tətqiqatlar, elmi araşdırmalar istinad olunmuş ister yerli istərsə də

xarici müəlliflərin əsərləri mövzu ilə bağlı iştirak edilmiş müxtəlif konfranslar təşkil edir.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas müddəaları Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi Mingəçevir Dövlət Universiteti, "Qloballaşma və regional inteqrasiya" mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Mingəçevir, 2016), Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika Elmi Konfransında (Bakı 2016) Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texniki Universiteti, Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların "Gənclər və elmi innovasiyalar" mövzusunda Respublika Elmi-texniki konfransında (Bakı, 2017), Bakı Mühəndislik Universiteti "Azərbaycan Beynəlxalq nəqliyyat sistemində: Məqsədlər və perspektivləri" adlı Beynəlxalq elmi-praktik konfransında (Bakı, 2018), "Azərbaycanın nəqliyyatı: Nailiyyətlər, problemlər və perspektivlər" mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2019), "Müasir dünyada progressiv tədqiqatlar" II Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfransında "Süni intellekt metodundan istifadə edərək yaşıl dalğa rejimi üçün tövsiyə olunan hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılması" (Boston 2002) təqdim olunmuş və müzakirə edilmişdir. Dissertasiya işi ilə bağlı həmçinin Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti Elmi Əsərlər jurnalında "Bakı şəhərinin mərkəzi hissəsində ("Hökumət Evi"ətrafında) yol hərəkətinin təşkilinin təkmilləşdirilməsi" "Bakı şəhərinin şimal giriş-çığışında nəqliyyat axınlarının tənzimlənməsi" (Bakı, 2019), "Nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə vurduğu zərərin qarşısının alınması və enerji sisteminin strukturunun təkmilləşdirilməsi üçün əlaqələndirilmiş tənzimləmə cədvəlinin hazırlanması: Bakı şəhərindən sübutlar (Azərbaycan)" Avtomobil nəqliyyatı. Elmi əsərlər toplusu jurnalında (Ukrayna, 2023) "Nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə vurduğu zərərin qarşısının alınması və enerji sisteminin strukturunun təkmilləşdirilməsi üçün əlaqələndirilmiş tənzimləmə cədvəlinin hazırlanması: Bakı şəhərindən sübutlar", Nəqliyyat və Nəqliyyat Araşdırma jurnalında "Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətləri üçün etibarlılıq

intervalların qurulması” (Türkiyə, 2023) kimi elmi məqalələr çap edilmişdir.

Dissertasiya işinin müddələrinin daha geniş araşdırılması üçün müasir metod və üsulların mənimsənilməsi məqsədilə müəllif bir çox yerli və beynəlxalq təlimlərdə iştirak edilmişdir. 2016-cı il AzTU-da keçirilmiş “Maşınqayırma İntellektual texnologiyalar” Beynəlxalq elmi-texniki konfransında, 2018-ci il Bakı Mühəndislik Universitetində keçirilmiş “Azərbaycan beynəlxalq nəqliyyat sistemində: məqsədlər və perspektivlər” Beynəlxalq elmi praktiki konfransında, 2019-cu il Bakıda keçirilmiş “Beynəlxalq yol təhlükəsizliyi mühəndisliyi” seminarında, 2019-cu il Çinin Beijing şəhərində Maliyyə Nazirliyi tərəfindən keçirilmiş “İnfrastrukturun planlaşdırılması və İnkişafı” seminarında, 2020-ci il Hindistanda keçirilmiş “Avtobus Nəqliyyat sistemlərinin planlaşdırılması” təlim proqramında, 2021-ci il Avropa Yenidənqurma və İnkişaf Bankı tərəfindən “AYİB –in Yol Hərəkəti Təhlükəsizliyi Mühəndisliyi” vebinarında, 2021-ci il CAREC ölkələrində(Qazaxıstan)” Yol təhlükəsizliyi Mühəndisliyinin İnkişafı” mövzusunda seminarda, 2022-ci il Asiya Sakit Okean ərazisində Təhlükəsiz yol İnfrastrukturunu vebinarında, 2022-ci il il CAREC ölkələrində(Türkmənistan)” Yol təhlükəsizliyi Mühəndisliyinin İnkişafı” mövzusunda seminarda, 2022-ci il Filippində Beynəlxalq Regional Yol təhlükəsizliyi tədqiqatlar dialoqu və Asiya Sakit Okean Yol təhlükəsizliyi tədqiqatlar illik iclasında, 2022-ci il Bostonda “Müasir dünyada proqressiv tədqiqatlar mövzusunda II Beynəlxalq elmi-praktiki konfransında, 2023-cü il Floridada “Avtomatlaşdırılmış avtomobil trayektoriyalarından istifadə edərək arterial siqnal koordinasiya performansının qiymətləndirilməsi” təlimində iştirakla bağlı sertifikatlar alınmışdır. Həmçinin “Avtovağzal ərazisində piyaların və nəqliyyat vasitələrinin hərəkətinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üsulu” üzrə Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyi tərəfindən İ2020 0041 patent hüququ təqdim edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texniki Universitetinin “Nəqliyyat logistikası və hərəkətin təhlükəsizliyi” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, nəticələrdən, 108 sayda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. Burada 6 şəkil, 26 cədvəl, 10 sxem, 2 diaqram, 2 qrafik, 8 əlavə vardır. Dissertasiyanın məzmununda giriş 10 səhifə olub 12321 işarədən, birinci fəsil 39 səhifə olub 71871 işarədən, ikinci fəsil 47 səhifə olub 67346 işarədən, üçüncü fəsil 22 səhifə olub 32389 işarədən, dördüncü fəsil 20 səhifə olub 21322 işarədən, nəticələr 2 səhifə olub 3836 işarədən, istifadə edilmiş 108 ədəbiyyat siyahısı 11 səhifə olub 18895 işarədən və əlavələr 15 səhifə olub 12581 işarədən ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi 141 səhifə kompüter yazısından ibarət olmaqla ümumi həcmi 247509 işarəni (istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr istisna edilməklə 216033 işarə) təşkil edir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı, əsas mövzusu əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi və həll olunan məsələlər, müvafiq problemin həlli yolları və metodları müəyyən edilmiş, tədqiqatın elmi yeniliyi avtomobil nəqliyyatının günümüzdəki inkişafının iqtisadiyyatın, mədəniyyətin və sosial həyatın bir sıra aspektlərinə təsiri araşdırılmışdır. Tədqiqatın nəticələrinin Azərbaycan nəqliyyat sistemində tətbiqinin praktiki əhəmiyyəti göstərilmişdir.

Birinci fəsilə avtomobil tıxacları və onların yaranma səbəbləri, tıxacların aradan qaldırılması metodları, avtonəqliyyat vasitələrinin hərəkət sürətinin nəqliyyat axınının kompleks göstəricisi qismində araşdırılması, Bakı şəhərində tıxaclar haqqında statistik məlumatların təhlili, tədqiqatın məqsədi və həlli istiqamətləri kimi mövzular öz əksini tapmışdır.

Əlavə olaraq şəhərlərdə avtomobil tıxaclarının yaranma səbəblərinin təhlili zamanı bir sıra müxtəlif tədqiqatlarda avtomobil tıxaclarının inkişaf etmiş və etməkdə olan müxtəlif ölkələrin bir çoxunda problem olaraq qalmasına, eləcə də şəhər həyatının keyfiyyətinə təhlükə təşkil etməsinə rast gəlinmişdir. Tıxacın olması səyahət müddətlərini uzaqlaşdırmaqla şəhər həyatını yavaşladır, artıq

yanacaq istehlakı tələbatı ilə yanaşı başqa digər xərclər yaradır və eyni zamanda ekoloji olaraq da müxtəlif ziyanları özüyə birlikdə gətirir. Avtomobil tıxaclarının qarşısını almaq və ya vəziyyəti bir qədər yüngülləşdirmək üçün əvvəlcə yaranma səbəblərini dəqiq təhlil etmək və hər bir səbəbin aradan qaldırılması istiqamətində müəyyən tədbirlər görmək zəruridir. Qeyd edildiyi kimi avtomobil tıxacları əhəmiyyətli olub-olmamasından asılı olmayaraq bir çox səbəbdən yarana bilər:

- qeyri-adekvat ictimai nəqliyyat və ya digər səbəblərdən yolun hərəkət hissəsində avtomobillərin çox olmasından;
- yolda tıxac və birləşməyə səbəb olan maneələrdən:
 - ikitərəfli parklanmadan;
 - tikinti işlərindən;
 - kommunikasiya işləri ilə əlaqədar zolağın bağlanmasıdan;
 - yolun daraldılmasından;
 - yol-nəqliyyat hadisələrindən.
- svetofor obyektləri ilə kontrollerlər arasında sinxronizasiya olunmadığından;
- svetoforun optimal uzunluğunun real vaxta uyğun hesablanmadığından;
- döngələrdə piyada axını nəqliyyat axınına nisbətən çoxluq təşkil etdiyindən;
- nəqliyyat axınında yük avtomobillərinin sayı çoxluq təşkil etdiyindən;
- ictimai nəqliyyat sisteminin onsuz da sıx olduğu və yol-küçə şəbəkəsinin qeyri-kafi olduğu ərazilərdə həddindən artıq cəlbəmə nöqtəsi olduğundan [86, s.1].

Smart proqramlaşdırma və rəqəmsallaşdırma həm iri, həm də kiçik şəhər ərazilərində svetofor obyektlərini idarə etmək üçün istifadə edilə bilər. Svetofor obyektləri ideal şəkildə əlaqələndirildikdə və real vaxt rejimində tələbata cavab verdiyi halda, yol hərəkətinin buraxma qabiliyyəti sürətlə artırıla, eləcə də smart svetofor obyektləri iri qabaritli nəqliyyat vasitələrinin hərəkəti ilə əlaqələndirilə və avtomobil tıxacı kimi vəziyyətlərə uyğun reaksiya vermək üçün təyin oluna bilər.

Şəhərin yol-küçə şəbəkəsində yol hərəkətinin təşkilinin və təhlükəliliyinin səmərəliliyinin artırılması məqsədilə iki əsas yanaşma müəyyənləşdirmək olar:

1. Avtomobil nəqliyyatı infrastrukturunu obyektlərində dəyişikliklərin tətbiqi;
2. Yol hərəkətinin tənzimlənməsi.

Birinci seçim böyük investisiyaları əhatə edir və nəticədə həmişə, xüsusən də büdcəsi məhdud olan şəhərlər üçün tətbiq olunmur. Bu səbəbdən hər şəhərə uyğun olaraq düzgün çıxış yolları araşdırılmalı və mövcud şəraitdə hansı metodların kömək edə biləcəyi müəyyənləşdirilməlidir. Kifayət qədər büdcəsi olmayan şəhərlərin problemlərini həll etmək üçün, həmçinin yol şəraiti barədə məlumatları avtomatik toplama vasitələrindən, nəqliyyat axınlarının kifayət qədər çevik riyazi modellərindən və onların əsasında hazırlanmış proqram təminatlarından istifadə edilməlidir. Avtomobil tıxaclarını yüngülləşdirmək eləcə də şəhər nəqliyyat sisteminin effektivliyini və xidmət səviyyəsini artırmaq üçün inkişaf etmiş nəzarət və idarəetmə üsulları hər zaman effektiv olmuşdur. Yol sıxlığını qiymətləndirmək üçün avtonəqliyyat vasitələrinin orta sürətinin müəyyənləşdirilməsi vacib çox vacib göstəricidir. Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti haqqında statistik məlumatların böyük həcmi loop detektorlar vasitəsilə toplanılır. Bakı şəhərində avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti və sayı barədə düzgün və ətraflı məlumatlar video aşkarlayıcı kameralar vasitəsilə toplanılır.

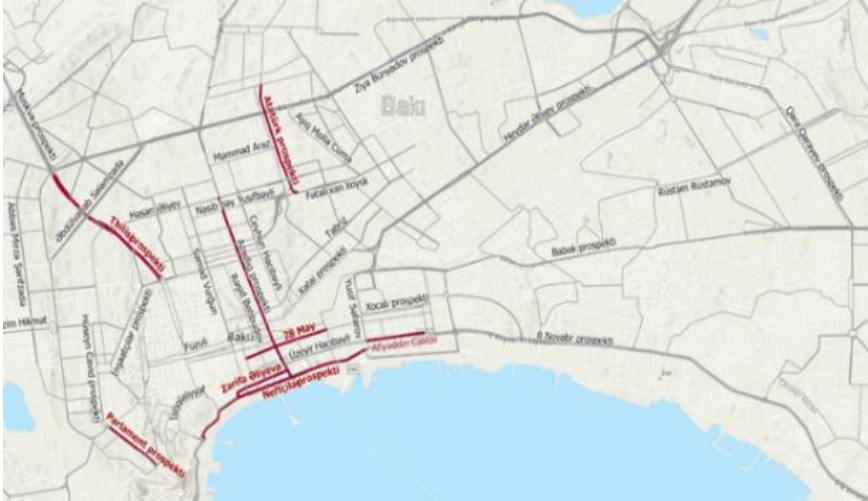
Tıxacların yaranma səbəbləri araşdırılan zaman müəyyən olunmuşdur ki, əlaqələndirilmiş nizamlaşdırma qrafikinə ("yaşıl dalğa") pozulması nəticəsində nəqliyyat vasitələri günün hətta qeyri-pik saatlarında belə tıxacla üzləşirlər. Yaşıl dalğanın pozulmasının əsas səbəbləri qrafik qurulan küçə və prospektlərdə tövsiyə edilmiş hərəkət sürətinin dügün müəyyənləşdirilməsi, nizamlaşdırılmayan piyada keçidlərinin olması, baxılan küçə və prospektlərdə olan nizamlaşdırılan yol ayrıclarında fazaların müxtəlif olması əsas şərtlərdən biridir.

Yuxarıda qeyd edilənlərdən göründüyü kimi, tıxac problemi dünyanın əksər şəhərlərində mövcuddur. Dünyada, o cümlədən Azərbaycanda mövcud olan bir problemin yaranma səbəbləri, niyə

hələ də mövcud olması və onun qarşısının alınması üçün nələr edilməsinin gərəkdiyi aktual mövzulardır. Bütün göstərilən səbəblərdən hazırlanan tədqiqat işi də sözügedən mövzuya ayrılmışdır.

İkinci fəsildə Avtomobil tıxaclarının yaranma səbəblərinin aradan qaldırılması istiqamətində təkliflər və yol hərəkətinin təşkilində istifadə edilən texniki nizamlaşdırma vasitələrinin tədqiqi, avtonəqliyyat vasitələrinin hərəkət intensivliklərinin tədqiqi, Bakı şəhərində avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətlərinin araşdırılması, Yol hərəkəti göstəricilərinin süni intellekt vasitəsilə proqnozlaşdırılması, Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılması üçün neyron şəbəkənin qurulması kimi mövzular öz əksini tapmışdır.

Tədqiqatın əsas ideyasının həlli istiqamətində, şəkil 1-də görüldüyü kimi Bakı şəhərinin 8 küçə və prospekti araşdırılmış, həmin küçə və prospektlərin 22-nöqtəsində 15 iş günü ərzində 24 saat üzrə avtonəqliyyat vasitələrinin intensivliyi və orta hərəkət sürəti göstəriciləri barədə məlumatlar toplanılmışdır.



Şəkil 1. Tədqiqat aparılan küçə və prospektlər

Həmçinin baxılan küçə və prospektlərdə tədqiq edilən küçə və prospektlərin başlanğıcından müşahidə məntəqəsinə qədər və

müşahidə məntəqəsindən yolun sonuna qədər aşağıda qeyd edilmiş məlumatlar öyrənilmiş və təhlil edilmişdir:

- yolun ümumi uzunluğu;
- hərəkət istiqamətləri (yolun bəzi istiqamətlərində hərəkət istiqaməti dəyişə bilər);
- hərəkət zolaqlarının sayı;
- nizamlanan və nizamlanmayan yolayrıclarının sayı;
- piyada zolaqlarının və müxtəlif səviyyəli piyada keçidlərinin sayı;
- marşrutların, “cib” tipli avtobus dayanacaqlarının sayı ;
- avtobus və taksi dayanacaqlarının sayı;
- avtomobil duracaqlarının (parklanma ərazilərinin);
- parklanma ilə tutulmuş hərəkət zolaqlarının sayı;
- maraq nöqtələrinin, elektron tabloların, geriye dönmələrin, yol nişanlarının sayı
- Nizamlanan yolayrıclarında nizamlaşdırma tsiklinin optimal uzunluğunun həftəlik, gündəlik və saatlar üzrə dəyişməsi göstəriciləri.

Tədqiqatda əsas ideyasından əlavə olaraq, Bakı şəhərində yol hərəkətinin təşkilinin səmərəliliyinin eləcə də, təhlükəsizliyinin yüksəldilməsi istiqamətində aşağıda qeyd edilmiş bir sıra layihələr hazırlanmışdır:

1. Nizamlanan yolayrıclarında daimi sağa dönmələrin verilməsi;
2. Yolayırıcına daxil olmadan geriye dönmə layihələri;
3. Akademik Zərifə Əliyeva, Üzeyir Hacıbəyov, Aleksandr Puşkin küçələri, Neftçilər və Azadlıq prospektlərində hərəkətin təşkili layihəsi;
4. S.S.Axundov küçəsi ilə Azadlıq prospektinin kəsişməsində hərəkətin təşkili layihəsi;
5. Tbilisi prospekti, Akademik Şəfaət Mehdiyev və Ak.Həsən Əliyev küçələrinin kəsişməsində nəqliyyat açılmasının tətbiqi;
6. Tbilisi prospekti, Ak.Şəfaət Mehdiyev və Ak.Həsən Əliyev küçələrinin kəsişməsində svetofor obyektində olan manenin hərəkətin təşkilinə təsiri;

7. Abbasqulu ağa Bakıxanov küçəsində yol hərəkətinin təşkilinə dair təklif layihəsi;
8. Mətbuat prospekti ilə A.Sultanova küçəsinin kəsişməsinə dair təklif layihəsi;
9. Sabunçu yolu ilə Xəstəxanayarı küçəsinin kəsişməsinin yaxınlığında piyada keçidi və ya piyada svetoforu layihəsi;
10. Nəsimi rayonu 4-cü mikrorayon dairəsində yol hərəkətinin təşkili layihəsi;
11. Nizami küçəsi ilə Rixard Zorge küçəsinin kəsişməsinin svetoforla tənzimlənməsi təklifi;
12. Ağa Nemətulla küçəsi ilə Çaykovski küçəsinin kəsişməsində yol hərəkətinin təşkili layihəsi.
13. Avtovağzallarda nəqliyyat və piyada axınlarının təhlükəsiz hərəkəti üçün nəqliyyat modeli layihəsi;
14. Dairələrdə svetofor layihəsi;
15. Dairələrin genişləndirilməsi;
16. Sumqayıt-Bakı və əks istiqamətdə “20 Yanvar” dairəsi, “Xırdalan” dairəsi və alternativ yol daxil olmaqla təklif layihəsinin hazırlanılması;
17. Avtobusların sola və ya geriyə dönmələrinin ləğvi;
18. Xüsusi zolaqlar;
19. Geriyə dönmələrin quraşdırılması və ləğvi layihələri;
20. Əlaqələndirilmiş nizamlaşmanın təşkili;
21. Nəqliyyat vasitəsinin dayanmasının qadağan olduğu yolayrıcı (“Sarı qutu”) layihəsi;
22. Nəqliyyat güzgüləri;
23. Yerüstü piyada zolaqlarına çatmamış xəbərdaredici nişanlanmaların tətbiqi;
24. Piyada keçidləri;
25. Yanacaq doldurma məntəqələri və digər obyektlərə giriş-çixışın optimal təşkili;
26. “D” kateqoriyasına daxil olan avtonəqliyyat vasitələrini idarəetmə hüququna malik sürücülərin məsuliyyətinin artırılması.

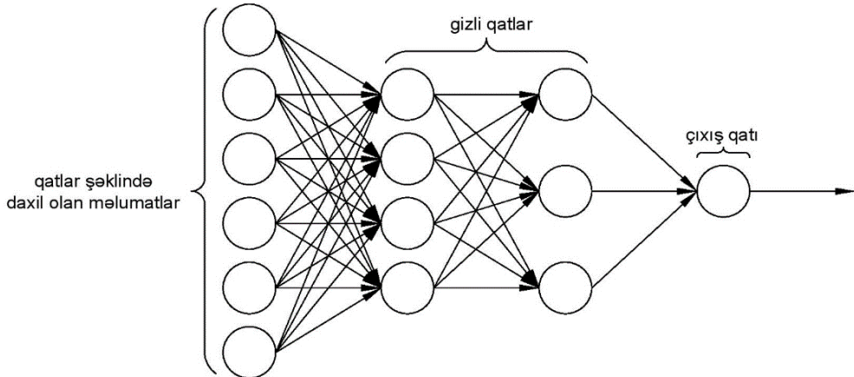
Ədəbiyyat göstəricilərində də görüldüyü kimi hərəkət sürəti tıxacların yaranmasının əsas səbəblərindəndir. Dissertasiya işində

müxtəlif ölkələrdə aparılan araşdırmalar bu nəticəyə gəlməyə əsas verir ki, bu da yaşıl dalğa rejiminin pozulmasına təsir edir.

Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılması üçün neyron şəbəkələrindən istifadə olunması ilə bağlı aparılan araşdırmalar zamanı neyron şəbəkələrindən müxtəlif sahələrdə yaranmış çatışmazlıqların həlli məqsədilə geniş surətdə istifadə olunduğu müəyyən edilmişdir.

Yaşıl dalğa qrafikinin qurulmasında istifadə olunacaq tövsiyə edilən orta hərəkət sürətini müəyyən etmək üçün neyron şəbəkənin qurulması vasitəsilə orta hərəkət sürətləri proqnozlaşdırılmış və bunun üçün tam əlaqəli qapalı bir neyron şəbəkəsi modelindən istifadə edirik.

Aşağıdakı sxem 1-də göründüyü kimi çoxqatlı perseptrda baxılan küçə və prospektlərdə müşahidə aparılan məntəqədən əvvəl və sonra məsafələrin, müşahidə nöqtələrinin (VVDS), avtomobil nəqliyyatının infrastruktur obyektlərinin və yol hərəkətinin təşkilinin texniki nizamlama vasitələrinin sayı, optimal nizamlama vaxtlarının uzunluqları, fazaların sayı, yol nişanlarının sayı kimi tıxaca təsir edən bütün paramerlər, eləcə də baxılan küçə və prospektlərdə hərəkət intensivlikləri və orta hərəkət sürətləri barədə məlumatlar qatlar şəklində daxil edilir, daha sonra bir birinə təsirdən yaranan gizli qatlar, sonda çıxış qatı müəyyən edilir.



Sxem 1. Giriş, 2 gizli qat (hər qatda müvafiq olaraq 4 və 3 neyron olan) və çıxış qatında bir çıxış neyronu olan çox qatlı perseptron

Əlavə olaraq real vaxt rejimində şəbəkə hərəkəti təsnifatına malik olan yüngül bir neyron şəbəkəsi vasitəsilə nəzarət olunan digər maşın öyrənmə üsulları üçün ümumiləşdirilə bilən həm məlumat emalına, həm də optimallaşdırma üçün potensial prosedurlara baxıla bilər, eləcə də bağlantı çəkilərinə əsaslanaraq neyron şəbəkədəki əsas atributları müəyyənləşdirməyin sürətli bir üsulu da qeyd edilə bilər. Həmçinin neyron şəbəkəsinin, ağırlıqları ilə təyin olunan atributlardan istifadə edərkən, simmetrik qeyri-müəyyənlik reytingi ilə təyin olunan atributlara nisbətən daha yüksək göstəriciyə malik olduğuna baxılan tədqiqatlarda rast gəlinmişdir.

Beləliklə, dissertasiya işində avtomobil tıxaclarının yaranma səbəbləri və onların aradan qaldırılması məqsədilə yol hərəkətində orta hərəkət sürətinin süni intellekt vasitəsilə proqnozlaşdırılması eləcə də, neyron şəbəkənin qurulması araşdırılmış və qənaətbəxş nəticələr alınmışdır.

Üçüncü fəsildə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılması üçün test korpuslarının qurulması, neyron şəbəkənin öyrədilməsi və neyron şəbəkənin öyrətməsinin nəticələrinin qiymətləndirilməsi kimi mövzular öz əksini tapmışdır.

Neyron şəbəkə müəyyən bir struktur ilə əlaqləndirilmiş ayrı-ayrı neyronlar toplusu olduğundan, şəbəkənin hesablama gücü, yəni onun yerinə yetirə biləcəyi məsələlər məhz bu əlaqələrlə müəyyənləşdirilmişdir.

Bununla əlaqədar olaraq, hazırkı dövrdə süni intellekt metodlarının müxtəlif texnikada, iqtisadiyyatda, maliyyədə və digər sahələrdə proqnozlaşdırılma və klassifikasiya məsələlərində istifadə olunduğunu nəzərə alaraq, dissertasiya işində avtomobil tıxaclarının yaranma səbəbləri və onların aradan qaldırılması məqsədilə yol hərəkətində orta hərəkət sürətinin süni intellekt vasitəsilə proqnozlaşdırılması araşdırılmış və öyrətmədə görünməmiş müşahidələr üçün 4.52% xəta ilə qənaətbəxş nəticələr alınmışdır.

Dissertasiya işi hazırlanarkən süni intellektin tətbiqi zamanı neyron şəbəkənin realizasiya proqramı python 3.5 proqramlaşdırma dilində yazılmışdır. Həmçinin neyron şəbəkələrin öyrətməsi üçün Microsoft CNTK modulundan istifadə olunmuş, eləcə də neyron modelin öyrədilməsi üçün python3.5 proqramlaşdırma dilində

cntk_dnn.py yazılmışdır. Öyrədilmiş modelin test korpusunda qiymətləndirilməsi üçün python3.5 proqramlaşdırma dilində cntk_dnn_evaluation.py yazılmışdır.

Şəhərlərdə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılmasına uyğun olaraq öyrədilmiş modelin test korpusunun qiymətləndirilməsi məqsədilə Bakı şəhərinin bir sıra küçə və prospektlərində müşahidələr, müayinələr və təhlillər aparılmışdır.

Öyrədilmiş modelin test korpuslarının qurulması üçün paytaxtın 8 fərqli avtomobil yolunun 22 fərqli məntəqəsində quraşdırılmış video aşkarlayıcı kameralar üzrə 15 iş günü və hər günün 24 saati üzrə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətləri barədə məlumatlar təhlil edilərək istifadə edilmişdir.

Bakı şəhərinin aşağıda qeyd edilmiş küçə və prospektlərində yerləşdirilmiş video aşkarlayıcı kameralardan məlumatlar öyrənilmişdir:

1. 28 May küçəsi üzrə 4 məntəqədə;
2. Azadlıq prospekti (Ak. H.Əliyev küçəsi ilə kəsişmədən Neftçilər prospektinə dək) üzrə 2 məntəqədə;
3. Neftçilər prospekti üzrə 3 məntəqədə;
4. Parlament prospekti üzrə 2 məntəqədə;
5. Tbilisi prospekti üzrə 6 məntəqədə;
6. Akademik Zərifə Əliyeva küçəsi üzrə 2 məntəqədə;
7. Afiyəddin Cəlilov küçəsi üzrə 1 məntəqədə;
8. M.K.Atatürk prospekti üzrə 2 məntəqədə.

Qeyd edilmiş 22 məntəqə üzrə 15 iş gününün hər 24 saati üzrə ümumi müşahidə halların sayı aşağıda göstərilən hasil kimi 7920 ədəd təşkil etmişdir:

$$22 \times 15 \times 24 = 7920 \text{ ədəd}$$

Həmçinin adı çəkilən avtomobil yollarından 6 küçə və prospekt üzrə 18 məntəqədən müşahidə və təhlil edilmiş məlumatlar öyrətmə üçün, 1 küçə (Akademik Zərifə Əliyeva küçəsi) üzrə 2 məntəqədən müşahidə və təhlil edilmiş məlumatlar qiymətləndirmə üçün və 1 küçə (Parlament prospekti) üzrə 2 məntəqədən müşahidə və təhlil edilmiş məlumatlar isə test üçün ayrılmışdır. Aparılan hesabatlar zamanı müşahidə halları cədvəl 1-də göstəriləni qaydada bölünmüşdür.

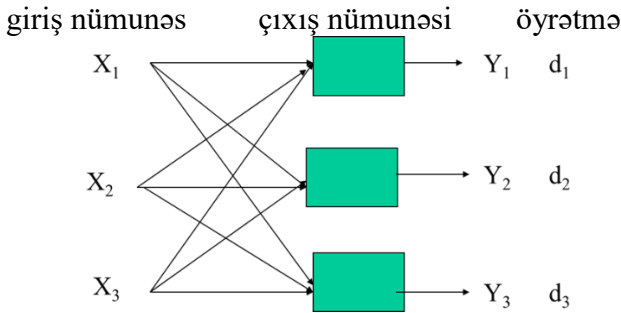
Cədvəl 1
Müşahidə hallarının bölünməsi

öyrətmə	qiymətləndirmə	test	ümumi
7200	360	360	7920

Ümumi olaraq Bakı şəhərinin timsalında şəhərlərdə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılması məsələsində 53 yol xarakteristikası nəzərə alınmış, eləcə də tam saatlarla ifadə olunan vaxt göstəriciləri və video aşkarlayıcı kameraların qeydə aldığı avtonəqliyyat vasitələrinin hərəkət sürətləri də nəzərə alındıqda 7920 x 55 ölçülü matris əldə edilmişdir.

Qeyd edilənlərə nümunə olaraq, fərqli göstəricilər və oxşar metodologiya tətbiq etməklə, nümunə kimi İordaniya ardıcıl şəbəkəsindən istifadə etməklə nəqliyyat axınının təqribən 92-98% dəqiqliklə proqnozlaşdırılması, eləcə də böyük bir-birinə bağlı yol şəbəkəsi və müxtəlif alqoritmlə çoxsaylı proqnozlaşdırma üföqləri üçün proqnozlar bir sıra araşdırmalarda verilmişdir

Üç neyronlu bir qatdan ibarət neyron şəbəkəsini nəzərdən keçirdikdə isə aşağıdakı sxem tərtib olunacaqdır:



burada,

$\{X_1, X_2, X_3\}$ və $\{d_1, d_2, d_3\}$ vektorları öyrətmə cütünü təmsil edir və tıxaca təsir edən bütün parametrlər, göstərilən baxılan küçə və prospektlərdə müşahidə aparılan məntəqədən əvvəl və sonra məsafələrin, müşahidə nöqtələrinin (VVDS), avtomobil nəqliyyatının infrastruktur obyektlərinin və yol hərəkətinin texniki nizamlama vasitələrinin sayı, svetovorların optimal nizamlama vaxtlarının

uzunluqları, fazaların sayı, yol nişanlarının sayı, eləcə də baxılan küçə və prospektlərdə hərəkət intensivlikləri və orta hərəkət sürətləri barədə məlumatlar qatlar şəklində daxil edilir, daha sonra bir birinə təsirdən yaranan gizli qatlar, sonda çıxış qatlarında öyrətmənin nəticəsi olaraq orta hərəkət sürətləri müəyyən edilir.

Beynəlxalq təcrübələrin öyrənilməsi zamanı yüksək çevikliyə, yaxşı öyrənmə və ümumiləşdirmə imkanlarına görə neyron şəbəkələrinə əsaslanan alqoritmlərin nəqliyyatla bağlı məsələlərdə geniş istifadə olunduğu müəyyən edilmişdir. Əlavə olaraq təkrarlanan neyron şəbəkəsi növbəti günlərin məlumatlarını effektiv şəkildə emal edə bilən xüsusi daxili strukturuna görə nəqliyyat axınının proqnozlaşdırılmasında tətbiq edilir.

Dissertasiya işində öyrətmə üçün 53 yol xarakteristikası və vaxt (tam saatlarla) götürməklə (cəmi 54 göstərici) orta qiymət və variasiyaya görə normalizasiya olunur və neyron şəbəkəsinin girişinə daxil olunur. Verilmiş $X = (x_1, x_2, \dots, x_{54})$ vektoru üçün neyron şəbəkə müvafiq saatda detektorun qeydə aldığı Y hərəkət sürəti üçün $Y=f(X)$ proqnozunu çıxışa verir.

Neyron şəbəkə öyrətmə çoxluğu üzrə bu xətanı minimallaşdıran parametrləri öyrənir. Öyrətmə korpusu 7200 müşahidədən ibarətdir. Neyron şəbəkənin bütün çəki əmsalları $(-0.02, 0.02)$ intervalında müntəzəm paylanma ilə inisializasiya olunur. Davamlı yığılma üçün öyrənmə əmsalı sabit olaraq aşağıdakı kimi götürülür:

$$\alpha = 0,05$$

Araşdırmalar və hesablamalar əsasında dissertasiya işinin əsas hissəsi olan nəqliyyat axınının proqnozlaşdırılması məqsədilə öyrətmənin nəticələrini qiymətləndirmək üçün ayrılmış test korpusundan bir yol üzrə 2 detektor kamera müşahidələrindən istifadə olunmuşdur. Öyrətmə zamanı qatların sayının və ölçüsünün müxtəlif qiymətlərinə baxılmış, ən yaxşı nəticələrin qatlarının sayı $n=5$ və ölçüsü 20 olduqda alındığı müəyyən edilmişdir. Buna uyğun olaraq öyrənilən parametrlərin sayı aşağıdakı kimi müəyyən olmuşdur:

$$54 \times 20 + 20 \times 20 \times 4 + 20 \times 6 + 1 = 2801$$

Model bizə sutkanın hər saati üçün bir proqnoz orta hərəkət sürətini verir. Real göstəricilər ilə müqayisə aparmaq məqsədilə biz 15 iş günü üçün bu müddətin hər saati üçün göstəricilər

müəyyənləşdirilmişdir. Statistik olaraq hər saat üçün müşahidə olunan orta hərəkət sürətlərinin aşağıdakı qaydada 15 iş günü üzrə orta qiymətlərindən istifadə etmək lazımdır.

$$y_i = \frac{1}{15} \sum_{f=1}^{15} y_{i,f}, \quad i = 1, \dots, 24$$

burada,

$y_{i,f}$ i-ci saatda j-ci gündə detektor kamerasının qeydə aldığı avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətidir.

Proqnozlaşdırmada keyfiyyəti qiymətləndirmək məqsədilə orta fərqlənmə xətasından istifadə olunmuşdur. Bu məqsədlə aşağıda göstəriləyi qaydada 24 saat üçün proqnoz qiymətlərinin real qiymətlərdən nisbi fərqlənməsinin saatlar üzrə orta qiyməti götürülmüşdür:

$$\frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} \frac{|\hat{y}_i - y_i|}{y_i} \times 100\%$$

Cədvəl 2.

Avtonəqliyyat vasitələrinin model əsasında orta hərəkət sürətlərinin proqnozu

Vaxt	1-ci detektor kamera		2-ci detektor kamera	
	Müşahidələr əsasında orta hərəkət sürəti	Model əsasında orta hərəkət sürətinin proqnozu	Müşahidələr əsasında orta hərəkət sürəti	Model əsasında orta hərəkət sürətinin proqnozu
04:00	58.2	52.94	53.07	54.23
08:00	45.00	45.28	51.67	54.02
12:00	43.67	43.54	52.47	53.11
16:00	45.60	43.64	52.33	51.30
20:00	47.87	48.20	51.47	50.85
24:00	54.40	52.88	55.40	53.42

Bu xəta kriteriyası ilə öyrətmə modelləri müqayisə olunmuş, ən yaxşı nəticə verən model üçün orta fərqlənmə xətasının 4.52% olduğu müəyyən edilmişdir.

Buna müvafiq olaraq cədvəl 2-də test korpusu üçün bəzi saatlarda detektor kameralarında müşahidə olunan avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətləri əsasında aşağıdakı proqnozlar verilmiş, eləcə də qeyd edilən nəticələrdən də görüldüyü kimi müəyyən hallarda real nəticələrə çox yaxın (1 km/s-dən kiçik fərqlə) proqnozlar alınmışdır.

Dissertasiyada müəyyən dövr üzrə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti məlumatlarından istifadə edilərək, nəqliyyat axınının proqnozlaşdırılması məqsədilə öyrətmənin nəticələrini qiymətləndirmək üçün detektor kamera müşahidələrindən də istifadə olunması analiz olunmuşdur. Avtomobil tıxaclarının aradan qaldırılması, eləcə də nəqliyyat axınlarının eksperimental tədqiqi, neyron şəbəkənin öyrətməsinin nəticələrinə baxılmışdır.

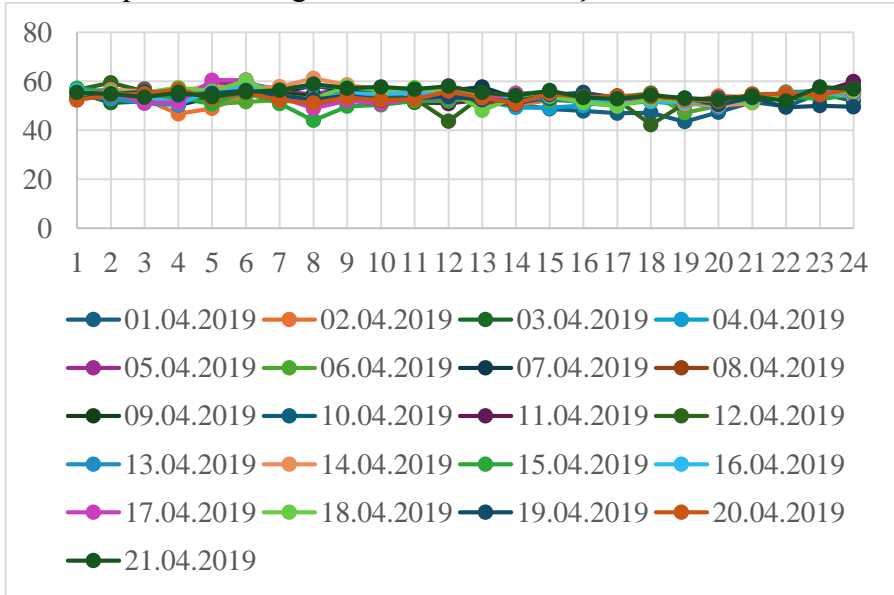
Dördüncü fəsil Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətləri üçün etibarlılıq intervallarının qurulması, Yol hərəkəti göstəricilərinin süni intellekt vasitəsilə proqnozlaşdırılmasına əsasən Bakı şəhəri Mətbuat prospektində “Yaşıl dalğa” qrafikinin qurulması kimi mövzular öz əksini tapmışdır.

Dissertasiya işində qeyd edildiyi kimi hətta pik saatlarda belə avtomobil tıxaclarının yaranmasına səbəb “yaşıl dalğa” qrafikinin pozulmasıdır. Bu məqsədlə süni intellektdən istifadə edilərək II və III fəsilə göstərilədiyi kimi 95% dəqiqliklə sürət həddinin proqramlaşdırılmış etibarlılıq intervalı qurularaq yüksək dəqiqliklə öyrənilmişdir. Dissertasiyada araşdırma, metodika və həll göstərilmiş, Bakı şəhərinin 8 küçəsində araşdırmalar aparılaraq, o cümlədən 6 küçənin verilənləri digər 2 küçədə yoxlanılmış, hətta Bakı şəhərinin Mətbuat prospektində tətbiq edilmişdir. Əvvəlki vəziyyətlərdə sərt proqramlaşdırmadan istifadə edildiyindən hazırkı model vasitəsilə “yaşıl dalğa” qrafikinin qurulmasını adaptiv formada icra etmək mümkün olacaqdır.

Müvafiq təhlillərdən sonra avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətlərinin sutkanın saatları üzrə ayrı-ayrılıqda olmaqla ayın günlərindən asılılıq diaqramı qurulmuşdur (diaqram 1).

Daha sonra ərazidən toplanmış məlumatlar, eləcə də araşdırmalar əsasında aprel ayının ilk 3 həftəsinin yalnız həftə içi, sutkanın saatları üzrə riyazi gözləmə üçün meylsiz statistik qiymət,

standart yayınma üçün meylsiz statistik qiymət, Styudent paylanması üçün kvantil, aşağı sərhəd, yuxarı sərhəd və onlar arasındakı fərqin qiymətləri müəyyən edilmiş, həmçinin df-sərbəstlik dərəcəsinin və etibarlılıq dərəcəsinin göstəricisi hesablanmışdır.



Diaqram 1. Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti göstəricilərinin aprel ayının 21-günü ərzində sutkanın saatları üzrə müqayisəli diaqramı

Aprel ayının ilk üç həftəsinin hər günü üzrə saat 01:00-a görə hesablamalar aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır:

- riyazi gözləmə üçün meylsiz statistik qiymət:

$$v_{RG} = \frac{\sum_{i=1}^{21}(v_{orI} + v_{orII} + v_{orIII})}{15} = 55.14 \text{ km/saat},$$

burada,

$v_{orI}, v_{orII}, v_{orIII}$ – uyğun olaraq aprel ayının 1-ci, 2-ci və 3-cü həftələri üzrə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti göstəricilərinin cəmi;

15– hesablama aparılan günlərin sayıdır.

- standart yayınma üçün meylsiz statistik qiymət:

$$Y_{SY} = \sqrt{\frac{(v_{orI1}-v_{RG})^2+(v_{orI2}-v_{RG})^2+(v_{orI3}-v_{RG})^2+(v_{orI4}-v_{RG})^2+(v_{orI5}-v_{RG})^2+(v_{orII1}-v_{RG})^2+(v_{orII2}-v_{RG})^2+(v_{orII3}-v_{RG})^2+(v_{orII4}-v_{RG})^2+(v_{orII5}-v_{RG})^2+(v_{orIII1}-v_{RG})^2+(v_{orIII2}-v_{RG})^2+(v_{orIII3}-v_{RG})^2+(v_{orIII4}-v_{RG})^2+(v_{orIII5}-v_{RG})^2}{14}},$$

burada, v_{orI1} , v_{orI2} , v_{orI3} , v_{orI4} , v_{orI5} , v_{orII1} , v_{orII2} , v_{orII3} , v_{orII4} , v_{orII5} , v_{orIII1} , v_{orIII2} , v_{orIII3} , v_{orIII4} , v_{orIII5} - uyğun olaraq aprel ayının 1-ci, 2-ci və 3-cü həftələrinin 1-5 günləri üzrə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti;

14- hesablama aparılan günlərin sayıdır.

- df-sərbəstlik dərəcəsinin qiyməti:

$$df=15-1=14$$

- yuxarı sərhəd qiyməti:

$$v_{ys} = v_{Rg} - \frac{2.14 \times Y_{SY}}{\sqrt{15}},$$

burada,

2.14- Student paylanması üçün kvantil;

15 - hesablama aparılan günlərin sayıdır.

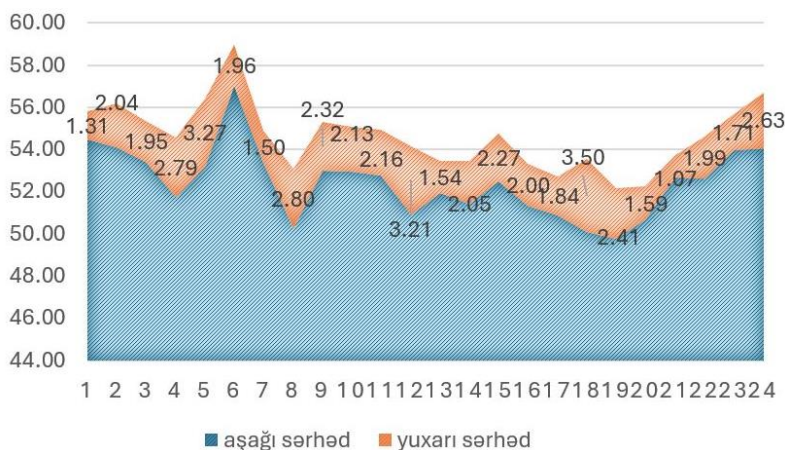
- aşağı sərhəd qiyməti:

$$v_{as} = v_{Rg} - \frac{2.14 \times Y_{SY}}{\sqrt{15}},$$

- yuxarı və aşağı sərhədlər arasındakı fərqin qiyməti:

$$V_{ys}-V_{as}$$

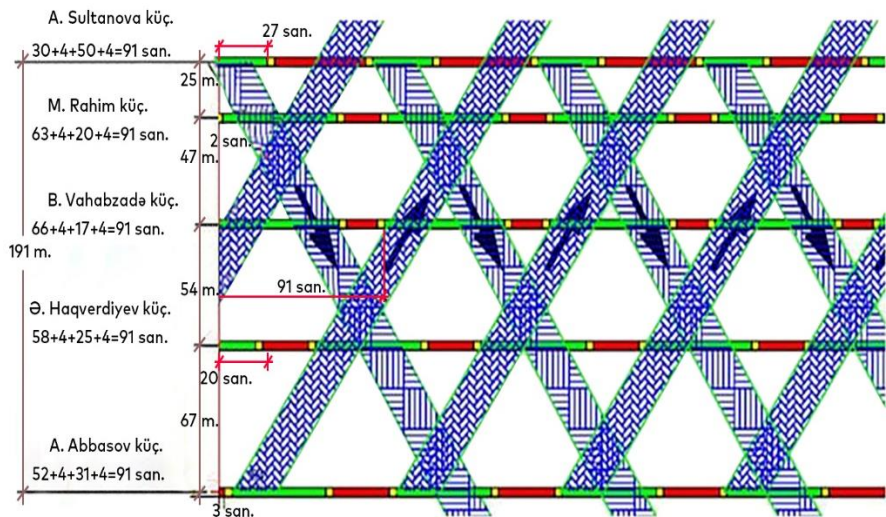
Aparılmış hesabatlar nəticəsində avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti göstəricilərinin aprel ayının 21 günü ərzində sutkanın saatları üzrə yuxarı və aşağı sərhədlərinin fərqindən yaranan müqayisəli vəziyyət diaqram 2-də göstərilmişdir.



Diaqram 2. Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürəti göstəricilərinin aprel ayının 21-günü ərzində saatlar üzrə yuxarı və aşağı sərhədlərinin fərqi yaranan müqayisəli diaqramı

Dissertasiya işində qeyd edildiyi kimi süni intellekt metodunun köməkliyi ilə “yaşıl dalğa” qrafikində tövsiyyə edilən hərəkət sürətini müəyyənləşdirmək mümkündür. Bunun vasitəsilə tövsiyyə edilmiş hərəkət sürətini daha real, nəqliyyat axınına uyğun müəyyənləşdirmək olacaq. Eyni zamanda şəhərlərdə avtomobil tıxaclarının yaranma səbəbləri öyrənilərək, onların aradan qaldırılmasında Bakı şəhərinin timsalında araşdırmalar aparılaraq bir model kimi avtomobil nəqliyyatı sahəsində mövcud statistikaların araşdırılması və qeyd edilən istiqamətdə təkliflərin verilməsi məqsədi daşıyır. Həmçinin dissertasiya işi Bakı şəhərində yol hərəkətinin təhlükəsizliyinin və təşkilinin səmərəliliyinin artırılması istiqamətində bir sıra layihələrin hazırlanmasını özündə birləşdirir. Bunun üçün Bakı şəhəri Mətbuat prospektində bir sıra araşdırmalar aparılaraq yaşıl dalğa qrafiki şəkil 2-də göstərilirdiyi kimi qurulmuşdur.

Yaşıl dalğa rejiminin qurulması istiqamətində aparılmış hesablamalar nəticəsində Mətbuat prospektinin A.Sultanova küçəsi ilə kəsişməsindən A.Abbasov küçəsi ilə kəsişməsinə qədər avtonəqliyyat vasitələrinin tövsiyyə edilmiş hərəkət sürəti 55 km/saat, əks istiqamətdə isə 50 km/saat müəyyən edilmişdir. Eləcə də üfüqi miqyas 1 sm-də 10 saniyə, şaquli miqyas 1 sm-də 100 metr götürülmüşdür. Vaxt lentinin eninin 24 saniyə olduğu müəyyənləşdirilmişdir.



Şəkil 2. Əlaqələndirilmiş nizamlaşma qrafiki

Nəticələr

Dissertasiya işində əldə edilmiş əsas elmi nəticələr aşağıdakı kimidir:

1. Nəqliyyatın idarə olunması sahəsində smart mobillik konsepsiyası altında intellektual nəqliyyat sistemləri kimi texnologiyalardan istifadə edilməsi və avtomobil tıxaclarının yaranma səbəblərinin aradan qaldırılması üçün müxtəlif həll yollarının təhlil edilməsi məlum olur.

2. Bakı şəhəri əsasında tıxacların aradan qaldırılması üçün Bakı şəhərinin əsas giriş-çıxış hissəsi olan şimal istiqamətində nəqliyyat axınının optimallaşdırılması və sərnəşinlərin ictimai nəqliyyatdan istifadəsinin təşviqi ilə bağlı təklif olunan metodlar təsvir edilmişdir.

3. Avtomobil tıxaclarını yüngülləşdirmək üçün inkişaf etmiş nəzarət, idarəetmə üsullarının şəhər nəqliyyat sisteminin effektivliyini və xidmət səviyyəsini artırdığı nəzərə alaraq avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin müəyyənəşdirilməsinin, yol sıxlığını qiymətləndirmək üçün əhəmiyyətli bir göstərici olduğu vurğulanmışdır ki, bunun da gələcəkdə tıxacların yaranma səbəblərinin aradan qaldırılmasına təkan verməsi göstərilmişdir.

4. Nəqliyyat axınının proqnozlaşdırılması üçün təklif olunan neyron şəbəkəsi modelinin müxtəlif sahələrdə tətbiq olunmasının potensialı araşdırılaraq, Bakı şəhərinin 8 küçə və prospektində 22 məntəqədə yerləşdirilmiş VVDS-lərdən 7920 ədəd müşahidə halları əsasında hazırlanan test korpusundan istifadə edilərək təklif olunan metod, nəqliyyatın effektiv idarə olunmasında və yol təhlükəsizliyində daha yüksək səviyyədə təhlil və proqnozlaşdırma imkanları təmin edəcəkdir.

5. Bu tədqiqat çərçivəsində neyron şəbəkələri və süni intellektin, xüsusilə də mücərrəd alqoritmlərin, avtomobil tıxaclarının yaranma səbəblərini və onların aradan qaldırılması məqsədilə yol hərəkətində orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılmasında effektiv şəkildə istifadə edilə biləcəyi təsdiqlənmiş, əldə edilən nəticələr avtomobil tıxaclarının yaranma riskini qiymətləndirməyə və təyin etməyə imkan vermiş, eləcə də tədqiqat zamanı Bakı şəhərinin simasında şəhərlərdə avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətinin proqnozlaşdırılması üçün hazırlanan modelin müvafiq test korpusunda 4.52% xəta ilə müsbət nəticələr əldə edilmişdir. Bu nəticələr, təklif olunan metodun real mühitdə müstəqil şəkildə işlədiyini göstərmiş və gələcək tədqiqatlarda verilənlər bazasının böyük olmasının vacib əhəmiyyət kəsb etməsi ilə daha da mürəkkəb, eləcə də daha yaxşı nəticələr verən neyron şəbəkələrin istifadəsi imkanını vermişdir.

6. Smart mobillik metodlarının tətbiqinin üstünlüyü, eləcə də şəhər ictimai nəqliyyatının idarə edilməsində hansı üstünlüklərinin olduğu qeyd edilmiş və sözügedən metodların avtomobil tıxaclarının azaldılmasında, həmçinin intellektual nəqliyyat sistemləri kimi texnologiyalardan istifadə etmənin avtomobil tıxaclarının yaranma səbəblərinin aradan qaldırılması üçün effektiv olduğu öyrənilmişdir.

7. Aparılan tədqiqatın nəticəsində VVDS-lər və ya detektorlar olmayan küçə və ya prospektlərdə nəqliyyat axınının vəziyyəti barədə proqnoz vermək imkanının əldə edilmiş olacağı müəyyən edilmişdir.

8. Dissertasiya işində təklif edilən həll variantlarının köməkliyi ilə gələcəkdə günün “pik”, “qeyri-pik”, həftə sonları, bayram günləri və istənilən vaxt aralıqları üzrə “yaşıl dalğa” rejiminin adaptiv nizamlaşdırma ilə təşkil edilməsi imkanının mümkün olacaqdır.

9. Metod vasitəsilə Bakı şəhərinin Mətbuat prospektində “yaşıl dalğa” rejiminin təşkili üçün yeni hesabat hazırlanmış və tətbiq edilmişdir.

İstehsalata tövsiyələr

Dissertasiya işinin əsas müddəaları Bakı şəhərində svetoforların idarəedilməsində səlahiyyətli qurum olan Nəqliyyatı İntellektual İdarəetmə Mərkəzində (NİİM) tətbiq olunmuş və bununla bağlı NİİM tərəfindən avtomobil tıxaclarının aradan qaldırılması üçün təklif edilən üsul ilə “yaşıl dalğa” rejimini günün hər saati üzrə adaptiv şəkildə dəyişməsinə imkan yaratması və onun tətbiqinin nəqliyyat axınlarının ləngimələrinin azaldılmasına kömək edəcəyinə dair akt tərtib edilmişdir.

Həmçinin Azərbaycan Respublikası üzrə digər şəhər və rayonlarda svetofor obyektlərinin idarəedilməsində cavabdeh qurum olan Daxili İşlər Nazirliyi Baş Dövlət Yol Polisi İdarəsinin “Sıqnal” İxtisaslaşdırılmış Layihə İstehsalat İdarəsi tərəfindən “yaşıl dalğa” rejimi üzrə müddələrin praktiki əhəmiyyəti nəzərə alınaraq İdarə tərəfindən tənzimlənən svetofor obyektlərində istifadə edilməsi üçün qəbul edilmiş, eləcə də işin müddəaları əsas götürülərək tövsiyə edilmiş sürət həddini müəyyənləşdirmək məqsədi ilə svetofor obyektlərinin təşkilinə və idarəedilməsinə məsul olan mütəxəssislər üçün tövsiyələr hazırlanmış və bununla bağlı akt tərtib edilmişdir.

Dissertasiyanın əsas müddəaları aşağıdakı dərc olunmuş elmi əsərlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Bağirov M. İ., “Şəhərdaxili yollarda avtobusların sol zolaqda hərəkətinin və yolayrıclarında sola və ya geri dönmələrinin ləğv edilməsi, Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi Mingəçevir Dövlət Universiteti, "Qloballaşma və regional inteqrasiya" Respublika Elmi Konfransının materialları, – Mingəçevir: – 2016, 2s.

2. Bağirov M. İ., “Nəqliyyat vasitəsinin dayanmasının qadağan olunduğu yolayrıcı” (“sarı qutu”), Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika Elmi Konfransının materialları, – Bakı: – 2016, 3s.

3. Bağırov M.İ., “D” kateqoriyasına daxil olan avtonəqliyyat vasitələrini idarəetmə hüququna malik sürücülərin məsuliyyətinin artırılması” Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texniki Universiteti, Azərbaycan xalqının ümummillî lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda Respublika Elmi-texniki Konfransının materialları, – Bakı: – 2017, 3s.

4. Bağırov M.İ., “Dairəvi hərəkətin təşkil olduğu bəzi yolayrıcılarında hərəkətin tənzimlənməsinin təkmilləşdirilməsi” “Azərbaycan Beynəlxalq nəqliyyat sistemində: Məqsədlər və perspektivləri” adlı Beynəlxalq Elmi-praktik Konfransının materialları – Bakı: – 2018, 4s.

5. Bağırov M.İ. “Şəhərlərarası taksi dayanacağı” Azərbaycanın nəqliyyatı: Nailiyyətlər, problemlər və perspektivlər konfransı materialları – Bakı: – 2019, 4s.

6. Bağırov M.İ. “Logistik əhəmiyyətli və əhalinin sıx olduğu ərazilərdə avtostansiyaların təşkili” Azərbaycanın nəqliyyatı: Nailiyyətlər, problemlər və perspektivlər konfransı materialları – Bakı: – 2019, 3s.

7. Bağırov M.İ. “Bakı şəhərinin mərkəzi hissəsində (“hökumət evi” ətrafında) yol hərəkətinin təşkilinin təkmilləşdirilməsi” Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti Elmi Əsərlər jurnalı, – Bakı: – 2019, 7s.

8. Bağırov M.İ. “Bakı şəhərinin şimal giriş-çığışında nəqliyyat axınlarının tənzimlənməsi” Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti Elmi Əsərlər jurnalı məqalə, – Bakı – 2019, 6s.

9. Bağırov M.İ. “Müasir dünyada progressiv tədqiqatlar” II Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfransında, – Boston: – 2022

10. Bağırov M.İ. “Avtomobil nəqliyyatı. Elmi əsərlər toplusu jurnalı məqalə, – Ukrayna: – 2023, 7s.

11. Bağırov M.İ. “Avtonəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətləri üçün etibarlılıq intervallarının qurulması” Nəqliyyat və Nəqliyyat Araşdırma jurnalı məqalə, -Türkiyə: - 2023, 12s.

Dissertasiyanın müdafiəsi _____ il tarixində saat _____ Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.41 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 1073, Bakı şəhəri, H.Cavid prospekti, 25

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferatın elektron versiyası Azərbaycan Texniki Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat _____ il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: _____ (gün, ay, il)
Kağız formatı: A5

Həcm: 44057 (işarə sayı)

Tiraj: 100