https://doi.org/10.58225/sw.2023.1-55-62

ŞƏHƏR SƏRNİŞİNDAŞIMA SİSTEMİNDƏ XİDMƏT KEYFİYYƏTİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Piriyev Yaqub Maksim oğlu- t.e.n., dosent, Azərbaycan Respublikası Elm Və Təhsil Nazirliyi, yakub_piriyev@mail.ru
Bayramov Razim Paşa oğlu- t.e.n., dosent, Nəqliyyat logistikası və hərəkətin təhlükəsizliyi kafedrası, Azərbaycan Texniki Universiteti, bprazim@gmail.com
Rəhimov Çingiz Həşim oğlu- baş müəllim, Nəqliyyat logistikası və hərəkətin təhlükəsizliyi Azərbaycan Texniki Universiteti, cingizturan@gmail.com

Xülasə. Bu araşdırma Bakıda şəhər nəqliyyatı ilə bağlı cari vəziyyətin qısa diaqnostik icmalını həyata keçirmək, şəhər sərnişindaşıma sistemində xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi, gözləmə vaxtına təsir edən faktorların, habelə müntəzəmlilik və təhlükəsizlik amillərinin analizi, mövcud problemlər və onların mümkün həlli yolları barədə təkliflər hazırlamaq məqsədi daşıyır. Araşdırmanın əsas məqsədi, mövcud statistik məlumatlara əsaslanaraq, Bakı şəhər nəqliyyat sektorunun hazırkı vəziyyətini nəzərdən keçirmək, xidmət keyfiyyəti baxımından səmərəli və istifadəçilərin rəyini nəzərə alan şəhər nəqliyyatı sisteminin formalaşdırılmasına mane olan əsas məsələləri müəyyən etmək, istifadəçilərə daha münasib və keyfiyyətli xidməti təmin edən, daha az xərcli və enerji baxımından effektiv sistemi təşviq edən strategiyalar və variantları təklif etməkdən ibarətdir.Bu araşdırmada, şəhərdaxili avtobus daşımalarında mövcud olan gözləmə müddəti, marşrut xətti və dayanacaqlara dair normativ tələblərin fiziki şərtləri, habelə etibarlılıq və sərnişin məlumatlandırma sistemlərinin təsiri də nəzərə alınaraq modelləşdirilmişdir.
Açar sözlər: müntəzəmlilik, xidmət keyfiyyəti, sərnişin məmnuniyyəti, metrobus (BRT), standart sapma, reqressiya analizi, ANOVA, asılı və asılı olmayan dəyişənlər

ASSESSMENT OF SERVICE QUALITY IN THE CITY PASSENGER TRANSPORTATION SYSTEM

Piriyev Yakub Maksim- PhD in tech.sc., ass.prof., Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, yakub_piriyev@mail.ru
Bayramov Razim Pasha- PhD in tech.sc., ass.prof., department of Transport logistics and traffic safety, Azerbaijan Technical University, bprazim@gmail.com
Rahimov Chingiz Hashim- senior lecturer, department of Transport logistics and traffic safety, Azerbaijan Technical University, cingizturan@gmail.com

Abstract. This study aims to provide a brief diagnostic review of the current situation regarding urban transport in Baku, assessment of service quality in urban passenger transport system, analysis of factors affecting the waiting time, as well as regularity and security factors, suggestions on existing problems and possible solutions. The main objective of the study is to review the current state of the Baku transport sector based on existing statistical data, to identify key issues that prevent the formation of a urban transport system, which is efficient in terms of quality of service and users' opinion, provides less costly and strategies and options that promote an energy-efficient system. This study has been modeled and taken into account considering the physical conditions of the standard requirements for routes, routes and stops, as well as the impact of reliability and passenger information systems in urban bus routes.
Keywords: regularity, service quality, passenger satisfaction, metrobus (BRT), standard deviation, regression analysis, ANOVA, dependent and non dependent variables

Giriş. Sərnişin daşınmasında əsas keyfiyyət göstəriciləri bunlardır: avtobusun dolma göstəriciləri ilə xarakterizə olunan hərəkət şəraiti; hərəkət tərkibinin hərəkət müntəzəmliyi; sərnişinlərin hərəkətinə

sərf olunan vaxt; hərəkətin təhlükəsizliyi. Sərnişin daşınmasında avtobusun dolması, gedişə sərf olunan vaxt, avtobusun hərəkət müntəzəmliyi və hərəkətin təhlükəsizliyi xidmət keyfiyyəti əmsalına birlikdə təsir etməklə, sərnişinlərə nəqliyyat xidməti keyfiyyətini qiymətləndirir [1].

Sərnişinlərə yüksək keyfiyyətli xidmətin əsas şərti daşıma prosesinin etibarlılığının təmini, yəni daşımaların qabaqcadan işlənilmiş plana uyğun olaraq yerinə yetirilməsidir. Daşıma prosesinin etibarlılığının əsasını hər bir marşrutda verilmiş sayda reyslərin yerinə yetirilməsi təşkil edir. Avtobus şəbəkəsinin istiqaməti və uzunluğu elə götürülməlidir ki, şəhərin bütün rayonları və mühüm cazibə məntəqələri arasında mümkün qədər düz xətli nəqliyyat əlaqəsi yaradılmış olsun. Buna görə də, marşrut sisteminin səmərəliliyini səciyyələndirmək üçün marşrutun müntəzəmliyi adlanan göstəricidən istifadə olunması məqsədəuyğundur.

Məqsəd. Sərnişin daşımalarında gözləmə müddəti sərnişinlər tərəfindən qəbul edilən ən əhəmiyyətli xidmət səviyyəsi ölçülərindən biridir [2]. Sərnişinlərin gözləmə vaxtları daşıma xidmətlərinin sıxlığından asılı olaraq və bu faktordan daha çox marşrut səfərlərinin müntəzəmliyi ilə daha çox əlaqədardır. Dr. Mark D. Abkowitz və digər tədqiqatçılar müntəzəmliyi ictimai nəqliyyat daşıyıcılarının və sərnişinlərin qərar vermə müddətlərini əhatə edən xidmət xüsusiyyətlərindəki intensivlik olaraq göstərmişdir [3-9]. Müntəzəmlik isə ictimai nəqliyyat sisteminin idarəetmə xarakteristikalarından asılı olaraq, istismar xüsusiyyətləri ilə əlaqədar olan xidmət keyfiyyətinin ölçü vahididir (Sinha Liu 2007).

Müntəzəmliliklə əlaqəli aparılan araşdırmalarda əsas olaraq bütün səfər müddətinin və əsas məlum göstəricilərin ehtimal edilməsi məsələsi təhlil edilməkdədir. Müntəzəmlik ictimai nəqliyyat sisteminin müəyyən edilmiş marşrut üzrə və ya daha əvvəldən müəyyən edilmiş hərəkət intervallarına və dəyişməz gediş müddətinə bağlı olma qabiliyyəti olaraq da adlandırıla bilər. Başqa bir formada marşrut sisteminin stabil-dəqiq və nizamlı hərəkət qabiliyyəti olaraq da göstərilə bilər (Long *Zhang*, Xiaoyuan *Chen* 2009) [10].

Tədqiqatçılardan Chapman daha geniş əlaqələndirmə apararaq müntəzəmlik anlayışına xidmət keyfiyyətini ifadə edəcək avtobusun salonunun təmizliyi, sərnişin üçün komfortluq, gediş intervallarındakı nizamlılıq, təhlükəsizlik və sərnişin məlumatlandırma kimi amilləri də daxil etmişdir [13].

Müntəzəmlik dayanacaqda gözləyən sərnişinlərin avtobusu gözləmə müddətlərinə və avtobus marşrut xətlərinin cəm gediş vaxtlarına təsir edən bir faktordur. Əgər sərnişinlər marşrut xəttinin müntəzəmliyini aşağı qiymətləndirərlərsə, avtobusun dayanacağa faktiki gəlmə saatını bilmədiklərindən, onlar dayanacağa daha tez gəlmək məcburiyyətində qalacaqlar (Transportation Research Board (TCRP), 2003a) [12,13]**.** Müntəzəmlik marşrut xətti üzrə ardıcıl hərəkət edən nəqliyyat vasitələri arasındakı intervalı və nəqliyyat vasitələrinin dayanacağa zamanında gəlmə faizlərini əhatə edir. Nizamsız gediş intervalları nizamsız sərnişin həcmlərinin formalaşmasına səbəb olur. Ümumi olaraq müntəzəmliyi şərtləndirən əsas faktorlar kimi yol, marşrut xətti və sərnişin xarakteristikaları qeyd oluna bilər.

Avtobus sərnişin daşımaları digər sərnişindaşıma sistemləri ilə əlaqələndirildikdə (metro və digər relsli sistemlər) yol hərəkət şəraitlərindən, iqlim faktorlarından və idarəetmə formalarından (heyət) daha çox asılı olur. Yol infrastrukturu ilə bağlı məsələlər (məsələn, dayanacağın yol şəbəkəsində yerləşməsi sxemi) hərəkət şəraiti ilə bağlı faktorlara (məsələn, marşrut xətti və ümumi yol şəbəkəsinin vəziyyəti) uyğunlaşdırılmalıdır. Marşrut xəttindən asılı olaraq müntəzəmlik bir daşıyıcı üçün xətt müntəzəmliyinin keyfiyyətini marşrut xətti səviyyəsində həllinə baxmağı tələb edir və müəyyən edilmiş ayrıca marşrut xətti üçün və ya bütün marşrut sistemi üçün ölçmələr də aparıla bilər.

Avtobus dayanacağından asılı olan müntəzəmlik isə marşrut idarəetməsinin müntəzəmlik səviyyəsini seçilmiş dayanacaqlar üçün qiymətləndirməlidir. Müntəzəmlik qiymətləndirmələri müxtəlif ədəbiyyatlarda müxtəlif xətt xarakteristikalarından istifadə edilərək yerinə yetirilir (Bates 2001): dayanacaqda sərnişinlərin gözləmə müddətləri (*Bowman* and *Turnquist,* 1991) və uyğun olmayan daşıma həcminə görə növbəti avtobusu gözləmə dərəcəsi (Chapman 1996). Bu kəmiyyətləri dövr vaxtına uyğun olaraq gediş aralıqlarına, son dayanacağa çatma zamanına, sərnişin gözləmə

müddətinə və iki məntəqə arasında gediş vaxtından asılı olan göstəricilər kimi sinifləndirmək mümkündür [15].

Gediş müddəti marşrutun müntəzəmliyinin müəyyən zaman aralığında seçilmiş xətlər üzrə gediş müddətlərindəki dəyişmələri və sapmaları öyrənərək əldə edilməlidir (Polus 1997, *Sterman*, B., *Schofer*, J.L. 1996) [15]. Gediş müddəti müntəzəmliyi avtobusların gediş marşrut üzrə hərəkət müddətlərinin standart sapmalarının əksi olaraq qəbul edilmişdir. Yüksək müntəzəmlik halında dəyişkənlik aşağı qiymətləndirilir.

Yerinə yetirilən araşdırmalarda əsas məqsəd ictimai nəqliyyat sistemində (eləcə də, dayanacaq yerləşimində) mühüm əhəmiyyət kəsb edən müntəzəmlik və xidmət keyfiyyəti məsələsinin aşkarlanmasıdır. Sərnişinlər baxımından ictimai nəqliyyat sistemində müntəzəmliklə bağlı iki əsas göstərici olduğu qəbul edilir:

- ictimai nəqliyyat vasitəsinin dayanacağa və ya nəqliyyat mübadilə mərkəzinə nəzərdə tutulmuş zamanda gəlməsi və ya sərnişinin dayanacağa və ya nəqliyyat mübadilə mərkəzinə gəldiyi andan müəyyən qısa müddət ərzində nəqliyyat vasitəsinə minməsi;
- ictimai nəqliyyat vasitəsinə mindikdən sonra nəzərdə tutulmuş müddətdə son təyinat məntəqəsinə (dayanacağa və ya nəqliyyat mübadilə mərkəzinə) çatması.

Lakin, məlumdur ki, ictimai nəqliyyat sistemində ictimai nəqliyyat üçün dayanacaq seçimindəki tək müəyyənləşdirici faktor müntəzəmlik deyildir. Bundan əlavə, nəqliyyat vasitələrinin dolma əmsalı, dayanacaqların yerləşmə şəraitləri və s. kimi bir sıra faktorlar da nəzərə alınmalıdır.

Məsələnin qoyuluşu. Aparılan araşdırmalar nəticəsində gediş müddətini (hərəkət intervalı) müəyyən edilmiş marşrut xətti üzrə müntəzəmliyi araşdırılan avtobusların orta hərəkət intervallarının (orta gediş müddətlərinin) bu xətt üzrə araşdırılan avtobusların orta hərəkət intervallarının standart sapmalarına nisbəti kimi qiymətləndirmək olar (Shinda Liu (2007) və Chen (2009) [16].

$$RT_i = \frac{P_{ti}}{G_{ti}} \tag{1}$$

Burada, P_{ti} - müəyyən edilmiş marşrut xətti üzrə müntəzəmliyi araşdırılan avtobusların orta hərəkət intervalı; G_{ti} - müntəzəmliyi araşdırılan avtobusların orta hərəkət intervallarının standart sapmalarıdır. Polus, Sterman və Schofer hərəkət intervalı müntəzəmliyini avtobusların qrafik üzrə hərəkət müddətlərinə (intervallarına) aid standart sapmanın əksi kimi hesablana bilməsini göstərmişlər [7-12]:

$$RT_i = 1/\sigma_{ti} \tag{2}$$

Müəlliflər mövcud olan sərbəst kəmiyyətlər ilə ən yüksək reqressiyanı təmin edən müntəzəmlik ifadəsini isə natural loqarifmanın çevrilməsi olduğu qeyd edirlər:

$$RT_i = \ln(1/\sigma_{ti}) \tag{3}$$

Gediş müddəti üzrə marşrutun müntəzəmliyi bütün marşrut xətti üzrə olduğu kimi, xətt üzərində müəyyən olunan hissələr üçün də araşdırıla bilər. Dövr müddətindəki dəyişkənliyin ölçülməsi əsasən uzun marşrutlar üzrə xidmət göstərən, bir çox tənzimlənən nəqliyyat qovşaqları üzrə hərəkət edən, nəqliyyat ləngimələrinin və sərnişin həcminin müxtəlif günlərdə və baxılan gün içərisində müxtəlif zaman və saat ərzində nizamsız olaraq dəyişkən olduğu xətlərə aid müntəzəmlik göstəricisidir.

Araşdırmaçılardan *Strathman* G. James (1999) dövr müddəti üzrə müntəzəmliyi aşağıdakı kimi qiymətləndirmişdir [9]:

*(RTR)i = (gözlənilən dövr vaxtı/planlaşdırılan dövr müddəti)*100*

Xüsusilə dövr müddətindəki dəyişkənlik günün müəyyən saatlarında baş verən səciyyəvi gecikmələrin fonunda geniş istifadə olunmalıdır (Strathman 1999) [6-8]. Hərəkət intervalının səviyyəsi: *(HR)i = (gözlənilən hərəkət intervalı/planlaşdırılan hərəkət intervalı)i*100*

Müəyyən olunan gediş aralığı qiymətlərində nizamlılığın əldə olunması, saxlanması, sərnişinlərin orta gözləmə müddətlərini azaldaraq, onlara göstərilən xidmət keyfiyyətinin səviyyəsini artırmaq mümkündür.

Strathman (1999) hərəkət intervalı üzrə müntəzəmliyi ifadə edən parametri dəyişiklik dərəcəsi - $(CV)^{HR}$ olaraq adlandırmışdır [3-9].

Hərəkət intervalı üzrə dəyişikliyə görə xidmət səviyyələri A, B, C, D, E, F olaraq müəyyən olunarsa, CVh A=0-0,21 (≤1 %) olduqda daşıma xidməti yüksək xidmət keyfiyyəti ilə yerinə yetirilmiş sayılmalı, CVh B≤0,3 (≤10 %) olduqda marşrut üzrə gedişlər cüzi sapmalarla xidmət keyfiyyəti təmin olunmuş şəkildə yerinə yetirilmiş sayılmalı, CVh C≤0,39 (≤20 %) olduqda isə nəqliyyat vasitələri hərəkət intervalı üzrə tələb olunan göstəricilərə uyğun hərəkət etmir, xidmət keyfiyyəti aşağı dərəcədə təmin olunmuş sayılır, nəhayət CVh F≥0,75 (≥50 %) olduqda isə marşrut üzrə nəqliyyat vasitələri müxtəlif səbəblərdən hərəkət intervalları üzrə deyil, bir-birləri ilə ardıcıl qatar düzülüşündə hərəkət edirlər ki, bu ən aşağı keyfiyyət göstəricisi deməkdir [8-14].

Məlum olduğu kimi, ümumi nəqliyyat axınında qarışıq şəkildə hərəkət edən avtobus sistemləri hərəkət axınının xarakteristikalarından, yol şəraitlərindən, hərəkət axınlarından böyük ölçüdə asılıdırlar. Verilən zaman müddəti daxilində normal şərtlərdə avtobus nəqliyyat vasitələri terminallardan (başlanğıc və son məntəqələrdən) planlaşdırılmış zaman aralıqlarında hərəkət edirlər. İdeal şərtlərdə marşrut xəttinin hər bir dayanacağına bir-birini gözləyərək daxil olan nəqliyyat vasitələri arasındakı intervalın da sabit olması lazımdır. Lakin, real yol şəraitləri və hərəkət intensivliyində bu intervalda müxtəlif sapmalar meydana çıxır. DIS (derivation index based on stops) müəyyən edilmiş bir dayanacağa eyni marşrut xəttinin bir-birini izləyən nəqliyyat vasitələri arasında planlaşdırılmış zaman aralığında çatması ehtimalı olaraq müəyyən edilmişdir (Chen 2009). Seçilmiş hər hansı S-dayanacağı üçün DIS ifadəsi riyazi olaraq aşağıdakı kimi göstərilə bilər [11]:

$$DIS^{S} = P\left\{H_S - H_0 \in \left\lfloor \Theta^1, \right\rfloor \Theta^2 \right\} \quad (4)$$

Burada, *Hs* - eyni xattə aid bir-birini izləyərək *S* dayanacağına gələn nəqliyyat vasitələri arasındakı müddət; *Ho* – xəttin avtobusları arasındakı planlanan müddət-zaman fərqi; θ^1 və θ^2 - zaman periodu əmsallarıdır. DIS^S dayanacaq, xətt və yol üzərində istifadə olunan avtobus müntəzəmliyini müəyyən edən dayanacaq ətrafında bir keyfiyyət ölçmə parametridir (Chen 2009) [8-16]. Dayanacaqlarda minən sərnişin sıxlığına görə müəyyən olunmuş xətt səviyyəsindəki müntəzəmlik DIS^L:

$$DIS^{L} = \sum N_{i=1} q_{s,i} / Q_L * DIS_{s,i} \quad (5)$$

Burada, $q_{s,i}$ – verilən zaman aralığında *L* xəttinə *i* dayanacaqdan minən sərnişin sayı; Q_L - verilən zaman aralığında *L* xəttinə minən cəm sərnişin sayı və *N* - *L* xəttindəki toplam cəm dayanacaq sayıdır.

Yol örtüyündən asılı olan səviyyəsində keyfiyyət ölçmə parametri isə:

$$DIS_N = \sum M_{i=1} q_{L,i} / Q_N * DIS_{L,i} \quad (6)$$

Burada, $q_{L,i}$ – verilən zaman aralığında i xəttinə minən sərnişin sayı; Q_N - verilən zaman aralığında ictimai sərnişin nəqliyyatı sisteminə minən cəm sərnişin sayı və *M* – sistemdəki cəm dayanacaq sayıdır. Dayanacaqda gözləyən bir sərnişin üçün avtobusların müəyyənləşdirilmiş hərəkət nizamlılığı deyil, dayanacağa nizamlı və müəyyən olunmuş intervalla gəlmələri daha böyük önəm daşıyır. *DIS* parametri bu baxımdan bir müntəzəmlik sınaq vahidi olmasına baxmayaraq, sadəcə sapma dərəcəsi keyfiyyətinin ölçülməsində də istifadə olunur. Bir dayanacaqdan keçən eyni xəttə aid avtobuslar arasındakı zaman fərqinin standart sapmasının orta qiyməti dərəcə dəyişkənlik əmsalı adlanır və dayanacaqlardakı müntəzəmlik ölçmələri üçün geniş istifadə olunan statiki bir üsuldur.

Dayanacaqlarla əlaqədar olan nizamlılıq indeksi (*EIS*) isə mövcud marşrut və xətt xarakteristikaları ilə əlaqədar olan bir dayanacaqdan keçən eyni xəttə aid avtobuslar arasındakı müddətin tutarlılığını ifadə edir. *DIS* (derivation index based on stops) kimi indekslərdə sapmalar gösterildiyi halda *EIS* tipli indekslərdə (evenness index based on stops) əsas nizamlılıq ifadə edilir. *EIS* ölçüsünün əldə edilməsi üçün seçilən dayanacağa xüsusi dəyişkənlik əmsalı (*Bi*) əlavə edilməklə, mövcud olan əmsalın qarşılaşdırılması asanlıqla əldə edilər və "0-1" aralığında dəyişkən bir formaya (*FIS*, flactuation index based on stops) çevrilər. *FIS* ölçüsünün 1-dən çıxılması ilə *EIS* ölçüsü əldə edilir [12-16].

Bi, müəyyən edilən zaman periodu daxilində dayanacağa gələn eyni xəttə aid avtobuslar arasındakı müddətin dəyişkənlik əmsalı (*CV*)-dir və planlanan sıxlıq dərəcələri sabit saxlanılmalıdır. *Bi*-aşağıdakı kimi hesablanır. *Bi*-sıfır ilə bir arasında qiymətlər ala bilir.

$$B_i = \sqrt{\sum_{1}^{m} 2\left(H_J - H_0\right)^2 / k - 2 / H_0} \qquad (7)$$

Burada, *Bi* – dayanacaq üçün dəyişkənlik əmsalı (*CV*); H_J – avtobuslar arasındakı mövcud zaman fərqi və *M* – dayanacaqdan istifadə edən eyni xəttə aid avtobusların sayıdır.

Aparılan hesablamalarda baxılan zaman anında planlanan gedişlərin sıxlıq dərəcələrinin (H_0) sabit olması zəruridir.

Marşrut xəttinə aid avtobusların son dayanacağa çatma intervalları xətlərlə bağlı dəqiqlik ölçüsü - xətlərlə bağlı dəqiqlik indeksi (*PIR*-punctuality index based on routes) ilə əlaqədardır (Chen 2009) [3-17]. Xətlərlə bağlı dəqiqlik indeksi (*PIR*) bir avtobusun verilən zaman aralığında terminallara çatma dərəcəsi ilə əlaqədardır (eynidir). *L* xətti üçün *PIR* indeksi aşağıdakı kimi verilə bilər:

$$PIR_L = P\left\{T_{Arr,N}\left[T_{Sch,N} + \delta_1, T_{Sch,N} + \delta_2\right]\right\} = P\left\{T_{Arr,N} - T_{Sch,N} \in \left[\delta_1, \delta_2\right]\right\} \qquad (8)$$

Burada, $T_{Arr,N}$ - *L* xəttinin terminala mövcud çatma müddəti; $T_{Sch,N}$ - *L* xəttinin terminala planlanan çatma müddəti; δ_1 və δ_2 - zaman periodu faktorlarını ifadə edir.

Praktikada mövcud başlanğıc hərəkətə başlama anı ilə planlanan hərəkətə başlama anının uyğun olduğu anlayışı qəbul edilir. Beləliklə, *PIR* aşağıdakı kimi verilə bilər:

$$PIR_L = P\left\{t_{run}\left[t_{Sch} + \delta_1^{'}, t_{Sch,N} + \delta_2^{'}\right]\right\} = P\left\{t_{run,N} - t_{Sch}\left[\delta_1^{'}, \delta_2^{'}\right]\right\} \qquad (9)$$

Burada, t_{run} - *L* xəttinin iki terminal arasındakı mövcud hərəkət (sərnişin daşıma) müddəti; t_{Sch} - *L* xəttinin iki terminal arasındakı planlanan hərəkət (sərnişin daşıma) müddəti; δ_1^1 və δ_2^1 - zaman periodu faktorlarını ifadə edir.

Beləliklə, *PIR* avtobusun iki terminal arasındakı mövcud və planlanan sərnişin daşıma müddətləri arasındakı orta fərqin δ_1^1 və δ_2^1 arasında dəyişmə asılılığıdır. Bununla yanaşı, *PIR* avtobus xətlərinin zamanında işə başlama göstəricilərinin (keyfiyyət meyarı) qiymətləndirilməsi üçün də geniş istifadə olunmaqdadır. Strathman (1999) bu kəmiyyətin ölçüsünü zamanlama göstəricisi, avtobusların əvvəlcədən müəyyən olunan hərəkət xətlərinə riayət edib etməmələrini göstərən bir müntəzəmlik göstəricisi kimi qiymətləndirmişdir.

İctimai nəqliyyat sistemində əgər bir avtobus işə başlama saatından 1 dəqiqə əvvəl və ya 5 dəqiqə gec hərəkətə başladısa, bu avtobusun zamanlama keyfiyyəti kriteriyasını əldə etdiyi qəbul edilməlidir. Bütün avtobusların bu şkala daxilində göstərilən minimumlara riayət etmələri halında sərnişinlər dayanacaqlara gəlmələri zamanlarını və gözləmə müddətlərini analiz edərək rahat planlama apara bilərlər.

Strathman (1999) zamanlama müntəzəmliyini aşağıdakı kimi ifadə etmişdir [17]:

$$ZM = PÇM - FÇM \qquad (11)$$

Burada, *ZM* - zamanlama müntəzəmliyi (keyfiyyəti*); PÇM* - planlanan çatma müddəti və *FÇM* - faktiki çatma müddətidir.

Məsələnin həlli üsulları və aprobasiyası. Yerinə yetirilən araşdırmalarda əsas məqsəd ictimai nəqliyyat sistemində (eləcə də, dayanacaq yerləşimində) mühüm əhəmiyyət kəsb edən müntəzəmlik və xidmət keyfiyyəti məsələsinin aşkarlanmasıdır. Sərnişinlər baxımından ictimai nəqliyyat sistemində müntəzəmliklə bağlı iki əsas göstərici olduğu qəbul edilir:

- ictimai nəqliyyat vasitəsinin dayanacağa və ya nəqliyyat mübadilə mərkəzinə nəzərdə tutulmuş zamanda gəlməsi və ya sərnişinin dayanacağa və ya nəqliyyat mübadilə mərkəzinə gəldiyi andan müəyyən qısa müddət ərzində nəqliyyat vasitəsinə minməsi;
- ictimai nəqliyyat vasitəsinə mindikdən sonra nəzərdə tutulmuş müddətdə son təyinat məntəqəsinə (dayanacağa və ya nəqliyyat mübadilə mərkəzinə) çatması.

Lakin, məlumdur ki, ictimai nəqliyyat sistemində ictimai nəqliyyat üçün dayanacaq seçimindəki tək müəyyənləşdirici faktor müntəzəmlik deyildir. Bundan əlavə, nəqliyyat vasitələrinin dolma əmsalı, dayanacaqların yerləşmə şəraitləri və s. kimi bir sıra faktorlar da nəzərə alınmalıdır.Sərnişin

məmnuniyyəti baxımından dayanacaq və marşrut xətti ilə bağlı daşıma müddəti üçün müntəzəmlik göstəricilərinin araşdırma müddətində nəzərə alınması zəruridir. Bu baxımdan araşdırma yerindəki avtobus xətlərinin ilk dayanacaqdan son dayanacağa kimi olan daşıma müddətinin dəyişmə həddini bildirən ifadə aşağıdakı kimi olacaqdır (Chen 2009) [17]:

$$RT_i = \mu_{ti} / \sigma_{ti} \quad (12)$$

Burada, μ_{ti} – xətdə araşdırılan avtobusların daşıma müddətlərinin orta qiyməti və σ_{ti} – xətdə araşdırılan avtobusların daşıma müddətlərinin standart sapmasıdır.

Avtobus dayanacağının örtülü olub-olmaması, cibli və ya cibsiz olması sərnişinlərin gəzləmə müddətlərinə təsir etdiyindən, bu şərtlərin uyğun olmadığı hallarda sərnişinlər daha az gözləyə bilmək üçün informasiya tablolarının məlumatlarından daha çox istifadəyə ehtiyac duyurlar.

Dayanacağın xətdəki sırası və bu yerin (sıranın) xətdəki ümumi dayanacaq sayına nisbəti baxılan dayanacağın xətdəki mövqeyini göstərmək məqsədilə nəzərə alınmışdır. Baxılan dayanacağın marşrut xəttinin sonlarında yer alması avtobusun həmin dayanacağa gəlməsinədək daha uzun bir müddətdə hərəkət axınında nəqliyyat sıxlığına və sərnişin mindirib-düşmələrinə məruz qalacağına və həmin dayanacaqda sərnişinlərin daha artıq avtobus gözləməsinə gətirib çıxaracaqdır.

Baxılan xətt üzrə nəqliyyat vasitəsinin gün ərzində orta hesabla neçə dəfə baxılan dayanacaqdan keçməsi sərnişindaşıma sıxlığını müəyyən edən bir faktordur. Xətt daxilində dayanacaq müntəzəmliyi baxılan xəttin ilk dayanacaqdan çıxışından son dayanacağa çatana qədər keçən müddətlərin dəyişməsini ifadə edir. Araşdırılan bölgə üzrə digər marşrut xətlərinin nüvəsini baxılan dayanacaqdan keçməsi məsələsi və bu parametrin yüksək qiymət alması da gözləmə müddətinə təsir edən faktorlardan sayıla bilər. Dayanacaqdan keçən gündəlik avtobus sayı da oxşar şəkildə daşıma sıxlığı ilə oxşar parametrlərdir.

Nəticə. Aparılan müşahidələr və analizlər nəticəsində aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

1. Avtobus dayanacağının xidmət keyfiyyətini və avtobus marşrutlarının müntəzəmliyini təhlil edərkən nəzərə almaq lazımdır ki, şəhər küçə şəbəkəsində hərəkət intensivliyi vaxta görə dəyişir və bu dəyişmələr mövsümi, həftənin günləri və sutkanın saatları üzrə ayırd edilir. Əhalinin yerdəyişməyə sərf etdiyi vaxt, hərəkət tərkibindən səmərəli istifadə olunması əsasən marşrutun trassasının düzgün seçilməsindən asılıdır. Müəyyən edilir ki, sərnişin nəqliyyat vasitələrinin hərəkət intensivliyi avtobuslar üçün - marşrut intervalı 2 dəq.ən az, 7 dəq.ən çox olmamalıdır.
2. Dayanacaqda dayanan avtobus sayı artdıqca avtobus dayanacağının xidmət keyfiyyəti azalır. Bu məsələdə avtobus dayanacağının sərnişin mindirmə-düşürmə sahəsinin ölçüləri və ya avtobus dayanacağının növü və ölçüləri kimi faktorların da təsiri mövcuddur. Dayanacağa gələn avtobusların bir qismi dayanacaq sahəsində sərnişin mindirib-düşürən avtobusları və həmin avtobusların dayanacaqdan ayrılmaları üçün lazım olan zamanı da gözləmək məcburiyyətində qaldıqları üçün bu vəziyyət dayanacağın xidmət keyfiyyətini və marşrutların müntəzəmliyini aşağı salır.
3. Hərəkət sürəti avtobusun işinin əsas göstəricisi olmaqla, onun qiymətindən nəinki sərnişinlərin hərəkətinə sərf olunan vaxt, həmçinin daşımanın təhlükəsizliyi də asılıdır. Avtobusların hərəkət sürətinin səviyyəsi bir sıra istismar göstəricilərinin qiymətlərinə təsir edir: marşrut üzrə avtobusların reys vaxtı və reyslərin sayı, lazım olan avtobusların sayı, daşıma həcmi və sərnişin dövriyyəsi, avtobusların istismarından alınan mədaxil, texniki qulluq və təmirə çəkilən xərclər, həmçinin yanacaq sərfi. Avtobusun hərəkət sürəti dəyişkən olmaqla bir çox amillərdən konstruktiv, yol və marşrut şəraiti, hərəkətin intensivliyi, sərnişin gərginliyi, hava şəraiti, idarəetmə ustalığı və s. asılıdır.
4. Avtobus dayanacaqlarının yerləşdiyi yerlər üzrə hərəkət edən nəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətləri artdıqca dayanacaqların müntəzəmliyi də artacaqdır. Yol və marşrut şəraiti yol örtüyünün hamarlığını, meyilliyin buraxa bilən qabiliyyətini, hərəkət intensivliyini, ilin müxtəlif aylarında yolun vəziyyətini, yolun hərəkət hissəsinin enini, yolun işıqlandırılmasını, dayanacaqların sayını, yol nişanlarının sayı və yerləşməsini, marşrutda təhlükəli yerlərin olmasını (dəmir yol keçidləri, körpülər, avtomobil yolları ilə kəsişmələr və s.) xarakterizə edir.
5. Nəqliyyatın hərəkət intensivliyi sürətə əhəmiyyətli təsir edir. Yolda intensivliyin artması ilə hərəkətin sürəti aşağı düşür, ləngimələr artır, daşımanın təhlükəsizliyi yüksəlir. Əhalinin sərnişin daşımalarına olan tələbatını tam və dolğun ödəmək, sərnişin avtomobil nəqliyyatının işini səmərəli

təşkil etmək üçün sərnişin axınının formalaşması qanunauyğunluğunu bilmək və konkret şərait üçün müntəzəm şəkildə öyrənmək lazımdır. Şəhər avtobuslarının dinamiki keyfiyyətləri sürətlənmələrin yüksək intensivliyini təmin etməklə, hərəkəti yüksək texniki sürətlə təşkil etməyə və reys vaxtını azaltmağa imkan verir.

6. Avtobus dayanacaqlarının yerləşdikləri peroqonlar üzrə hərəkət edən nəqliyyat vasitələrinin orta hərəkət sürətləri artdıqca dayanacaqaların xidmət keyfiyyəti də artmaqdadır. Beləliklə, avtobuslar planlaşdırılan hərəkət intervallarına uyğun hərəkət sürətləri ilə hərəkət edəbilərək dayanacaqlara planlaşdırılan zamanlada çata bilərlər.

7. Yol hissələrindəki ora hərəkət sürətinin artırılması ancaq xət nizamlamaları (sola dönmələrin müəyyən hissələrdə aradan qaldırılması, elektron idarəetmə, məsafədən intellektual idarəetmə nəzarəti və s.) və tələb üsulu (şəxsi minik avtomobilləri üçün istifadənin müəyyən şərtlərlə minimumlaşdırılması, zirvə saatlarında girişlərin, dayanma və durmaların məhdudlaşdırılması və s.) kimi əsaslı və geniş tədbirlərlə mümkün ola biləcəkdir.

8. Küçənin əsas funksional elementlərinin (hərəkət hissəsi, avtobus zolaqları, ayrıca zolaq olmadıqda marşrut xəttinin özü) lazımi enini müəyyən etməzdən əvvəl bu elementlərin qarşılıqlı yerləşməsinin ən məqsədəuyğun halını təyin edən eninə profilin kompanovkası məsələsi meydana çıxır. Avtobus dayanacaqlarının yerləşdikləri pereqonlarda-arteriyalarda hərəkət zolaqlarının sayının artırılması dayanacaqların xidmət keyfiyyətini və müntəzəmliyini də artırır [6].

9. Qəbul olunan həllərin həm kapital qoyuluşu, həm də istismar xərclərini nəzərə alan gətirilmiş xərclər üzrə qənaətcilliyi və ictimai nəqliyyat yönümlülüyü də vacib faktorlar kimi nəzərə alınmalıdır.

10. Nəqliyyat xətlərinin və dayanacaq məntəqələrinin maksimal və orta piyada girişləri, əhalinin onlara tərəf piyada hərəkətinə maksimal və ehtimal olunan vaxtın sərfinin optimallaşdırılması və şəhər küçə və yollarının düzgün layihələndirilməsi ictimai nəqliyyatın xidmət keyfiyyətinə təsir edən amillərdəndir.

11. Avtobus marşrut xətlərinin keçdiyi arteriyalarda hərəkət zolaqları üzrə intensivliyin və buraxma qabiliyyətinin təmin edilməsi və bu hərəkət zolaqlarının intensiv istifadə edilməsi üçün yolkənarı və ya yolların hərəkət hissələrindən kənarlaşdırılmış-cibli parklanmaların təşkili ortaya çıxır. Qeyd edilən məsələ eyni zamanda avtobus dayanacaqlarının da yerləşdirilməsi üçün analoji təşkil edir.

12. Daşıma prosesinin yüksək səmərəliliyi, əhalinin sərnişin daşımalarına olan artan tələbatının daha tam və vaxtında yerinə yetirilməsi, sərnişinlərə xidmət keyfiyyəti və mədəniyyətinin artırılması üçün sərnişin avtomobil nəqliyyatının istismar fəaliyyətinə daha təkmil idarəetmə sistemi tətbiq edilməlidir.

References

1. Chalishkanelli S.P., Ozuysal M. Kentiçi Otobus Sisteminin Guvenilirlighini Etkileyen Faktorlerin Incelenmesi. DEUFMD, 21(61), 259- 269p. 2019

2. Trepanier M., Morency C., Agard B. Calculation of transit performance measures using smartcard data. Journal of Public Transportation, 12(1), 79–96p. 2009

3. Tanyel S., Chalıshkanelli S.P., Aydin M.M., Utku S.B. Yuvarlakada kavshaklardaki aghir arach etkisinin incelenmesi. Teknik Dergi, 24(4), 6479-6504s. 2013

4. Turnquist M.A., Bowman L.A. 1980. The effects of network structure on reliability of transit service. Transportation Research, Cilt. 14(B), Urban Transport Group (Pteg). Bus Punctuality. Urban Transport Group, London. 79-86p, 2014

5. Aimsun 2017. Aimsun new features. https://www.aimsun.com/aimsun

6. Luhua S., Yin H., Xinkai J. Study on method of bus service frequency optimal mo¬del based on genetic algorithm. Procedia Environmental Sciences, 869-874p. 2011

7. Scottish Government. Bus Punctuality Improvement Partnerships (BPIPs) Guidance. Scottish Government, Edinburgh, Scotland, RR Donnelley. 2009

8. Lu X., Lee J., Chen D., Bared J., Dailey D., Shladover S.E. Freeway mic¬ro- simulation calibration: Case study using Aimsun and Vissim with detailed field data. 93rd TRB Annual Meeting, Washington. 2014

9. Liu R., Sinha S. Modelling urban bus service and passenger reliability. The Third International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR), Ha¬gue, Netherlands. 2007
10. Sterman B.P., Schofer J.L. Factors affecting reliability of urban bus ser¬vices. Transport Engineering Journal. 147-159p. 2016
11. Rehimov Chingiz. Boyuk sheherlerde avtomobil sərnişin dashimalarinin teshkili keyfiyyetinin sistemli idare edilmesinin elmi esaslarla ishlenmesi. Azerbaycan Texniki Universiteti
12. Rehimov Chingiz. Sernishin dashimalarinin loqistik helli- Passenger transportation logistics solution, Elmi eserlər jurnali N4, Azerbaycan Texniki Universiteti. 2017
13. Yaqub Piriyev, Razim Bayramov, Namik Hamidov, Baki shererinde hereket sheraitlerinin yaxshilashdirilmasi tedbirleri haqqinda. AzMİU Elmi eserlər jurnali N2, 2022
14. Piriyev Y., Bayramov R., Sherifov V. Baki sheherinde neqliyyat sixlighinin aradan qaldirilmasi ve neqliyyat sisteminin tekmilleshdirilmesi uzre konseptual yanashmalar ve ireli surulen esas teklifler. AzMİU Elmi eserler jurnali N2, 2022

Redaksiyaya daxil olma/Received 16.01.2023
Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 16.02.2023

Məqaləyə istinad: Piriyev Y.M., Bayramov R.P., Rəhimov Ç.H. Şəhər sərnişindaşıma sistemində xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi. Elmi Əsərlər jurnalı AzMİU, s. 55-62, N1, 2023
For citation: Piriyev Y.M., Bayramov R.P., Rahimov C.H. Assessment of service quality in the city passenger transportation system. Journal of Scientific works/ Elmi eserler. AzUAC, p. 55-62, N1, 2023