

INDICATORS, INFLUENCING ON THE OPTIMIZATION OF RUN IN PUBLIC PASSENGER TRANSPORT

Silvia Assenova

University of transport "Todor Kableshkov", Republic of Bulgaria, silviaboianova@yahoo.com

Abstract: The transport is main branch of the economy. The passenger transport is a part of it in cities. Nowadays, the role of urban passenger traffic increases and aims to ensure the safety movement of every passenger from starting to final points of travel. The studies until now show, urban populations prefer to move comfortably with minimal loss of time. In last years, the quality of the different elements of urban transport has changed - the infrastructure has improved, many new vehicles have been delivered, the cost of passengers to travel has reduced. It is taken in the account the limitations: a pre-set schedule of the movement of vehicles, a restriction in the speed of movement by passenger transport, the speed of pedestrian movement of each individual, traffic jam typical for sites. The research investigates the factors influencing on the run of every vehicle, total run for all for the given period, as well as the ability to move from one line to other. For the buses serving a number of lines, no matter which, given rotation of vehicles could be made by following restrictions: city traffic, passenger traffic, type of buses, arrival and departure times from stops of all lines served by the company, compliance with drivers' working hours and breaks according the rules. By the given the current constraints, it investigates the factors affecting mass passenger transport. As a result, it is looked for approximately equal run of each of the vehicles for given period, no matter line of traffic under observation. Based on previous studies and sources, the aim to be analyzed the indicators of the optimization of the use of vehicles, of technical inspections of them for given period and finally increase the efficiency of use of public passenger transport.

Keywords: run, vehicles, timetable, passenger flow

ПОКАЗАТЕЛИ, ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ ОПТИМИЗИРАНЕТО НА ПРОБЕГА ПРИ ГРАДСКИЯ ПЪТНИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ

Силвия Асенова

Университет по транспорт "Тодор Каблешков"- София, България, silviaboianova@yahoo.com

Резюме: Транспортът е основен отрасъл на икономиката. Част от него в градовете е пътническият транспорт. При съвременните условия ролята на градското пътническо движение нараства и има за цел транспортното придвижване на всеки пътник от началната до крайната точка на пътуване. Изследванията досега, показват че градското население предпочита да се придвижва удобно и с минимална загуба на време. През последните години се промени качеството на отделните елементи на градския транспорт – подобри се състоянието на инфраструктурата, осигуриха се много нови превозни средства, намериха се решения за намаляване разходите на пътниците за пътуване. Отчитайки ограниченията - зададеното предварително разписание на превозните средства, ограничението на скоростта на движение на автобусите, задръстванията, характерни за трафика в града, пътникопоток, вида на автобусите, времето на пристигане и заминаване от спирките по всички линии, обслужвани от съответната фирма, спазването на законоустановеното работно време на водачите и почивките им, в изследването се разглеждат показателите, които влияят на пробега на отделните превозни средства, на общия за всички за разглеждан период, както и на възможността да преминават от една на друга линия. Превозните средства, обслужващи даден брой линии, без значение кои от тях, могат да бъдат ротирани при посочените по-горе ограничения. Тези условия ограничават възможните решения за ротации. Базирайки се на изследвания и отделни източници при съществуващите ограничения, първата цел на изследването е: да установи кои от показателите могат да влияят върху масовия пътнически транспорт вследствие, на което да се оптимизира и приблизително уеднакви пробега на всяко едно от превозните средства за даден период без значение на коя линия от разглежданите ще се движи. Втората цел на разработката е анализиране на показателите, които могат да влияят на оптимално използване на превозните средства, извършването на техническите прегледи на същите да бъде в определен период и като крайна задача в следващите изследвания постигане на по-ефективно използване на подвижния състав при уеднаквен пробег на превозните средства.

Ключови думи: Пробег, превозни средства, разписание, пътникопоток.

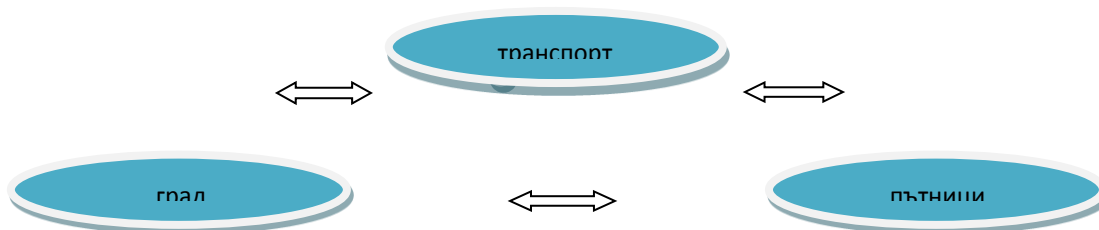
1. ВЪВЕДЕНИЕ

Общественият транспорт има стратегическо значение за икономиката. При съвременните условия градският пътнически транспорт е важна транспортна структура, която е изключително комплицирана и сложна система, заради нейната организационна и техническа сложност, както и поради големия обем работа, която извършва, т.е. броят пътници превозвани ежедневно. При организацията на движение по маршрут е необходимо да бъде направено разписание за всяка една линия в зависимост от големината на пътникопотока по даденото направление и часовете от денонощието, като се определи и необходимия брой автобуси, които обслужват всяка една от линиите, на които дадена фирма оперира. Установяването на размера на пътникопотока се получава като правим периодично преброяване на пътниците по разглежданите линии в различни часови диапазони. В зависимост от натовареността и дължината на всяка линия задължително се определя и необходимия размер на линейния резерв от превозни средства необходими, за да не се нарушава разписанието при извънредни ситуации. Разписанието се разработва за всяка линия от маршрут и показва ефективността на работа на автобусите, началото и края на наряда на всеки един, времето на преминаване през всяка спирка от линията, почивките - междусменните и обедните, смяната на водачите. Разписанията може да се променят при изменение на трасето, при изменение на времето за изпълнение на курс, промяна броя на превозните средства, изменение на системата на организация на водачите, също и при комбиниране на превозни средства, извършващи пълни курсове по разглежданите линии със съкратени курсове на други автобуси по същите маршрути. При превозите, извършвани в градски условия съществуват ограничения, които са зададени от една страна от съответната община – разписанието за движение на автобусите и от друга от Закона за движение по пътищата и наредбата за работното време – ограничение на скоростта при движение на масовия транспорт в градски условия и работното време на водачите на превозни средства.

2. ОСНОВНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ГРАДСКИЯ ПЪТНИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ

В своята си същност градският пътнически транспорт представлява система от взаимосвързани подсистеми. Всяка от една от тях, съобразно своите характеристики влияе равнозначно върху другите.

Фиг. 1 Връзка на трите подсистеми на градския пътнически транспорт



Пътуване възниква, когато някой се придвижва от едно място на друго. Началната точка на пътуването се нарича изходна, а крайната точка дестинация или местоназначение. Пътуването може да се извърши с един вид транспорт, както и с няколко. Пешеходното придвижване също е част от пътуването и в този контекст всяко едно пътуване се състои от три елемента:

- ✓ Пешеходно придвижване до спирките – това е индивидуален параметър, който зависи от възрастта, здравословното и физическо състояние. При всеки човек е относително еднакво разстоянието и времето за придвижване, следователно не оказва влияние на пътуването.
- ✓ Изчакване на превозните средства на спирките на градския транспорт – зависи от интервала на движение на превозните средства. Интервалът е функция на големината на пътникопотока, получена чрез преброяване на пътниците през определен период и вида на превозните средства.
- ✓ Разстояние и време за пътуване. За еднотипни пътувания те са приблизително постоянни.

Основните изисквания, които трябва да бъдат спазени съобразно движението на превозните средства по линиите от транспортната система на всеки един град:

- ✓ Порядък – определяне на маршрутите, при които един автобус ще преминава от една линия на друга. В кое време ще се случва този процес. Продължителността на преминаване от една на втора, при необходимост на трета и т.н. линии.

- ✓ Съгласуване – между времето на започване на работа на превозните средства, продължителността на работа, преминаването от една на втора линия и други параметри.
- ✓ Детерминиране - началните ограничения са предварително известни – разписания на всички автобуси – поотделно и заедно, ограничения на скоростта.
- ✓ Разпределение – оптималност при разпределение на подвижния състав и неговото ефективно комбиниране.
- ✓ Минималност – минимално време за обслужване на пътничкопотока при придвижването на всеки пътник от началната до крайната спирка на пътуването.
- ✓ Поточност – превозните средства излизат в определен ред, но при необходимост преминават на друга линия, като порядъка може да бъде нарушен.

3. ПОКАЗАТЕЛИ, ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ ПРОБЕГА НА ПРЕВОЗНИТЕ СРЕДСТВА

Под технико-експлоатационни показатели се разбира система от взаимно свързани показатели, които характеризират възможната и фактическата работа на подвижния състав в експлоатационни условия.

Към основните се отнасят:

- обем на пътническите превози;
- пътничкопоток;
- средно пропътувано разстояние;
- време в наряд на превозните средства;
- време на движение по линия;
- техническа скорост на движение;
- експлоатационна скорост на движение;
- средночасов /дневен/ пробег на автобуса;
- коефициент на използване на вместимостта;
- коефициент на използване на пробега;
- коефициент на обяна на пътиците.

В случая се изследва пробег на автобусите и следователно ще установя кои от тези показатели са пряко свързани с него и могат да му влияят.

3.1 Средно часов пробег на превозно средство (L_c) – произведението от средната експлоатационна скорост (V_e) и времето на движение в наряд (T_n).

$$(1) \quad L_c = V_e * T_n$$

В градско движение V_e се колебае в малък диапазон и поради тази причина тя влияе на пробега незначително.

3.2 Времето в наряд (T_n) – времето, през което подвижния състав се движи по линия и това е сбора от времето за движение по маршрут (T_m) и времето на нулевия пробег (T_o).

$$(2) \quad T_n = T_m + T_o$$

Видно е, че когато нулевият пробег е близо до 0, то времето, през което автобуса се движи в наряд е по-ефективно. Следователно превозните средства се движат по линиите, на които оперира дадена фирма без прекъсване или с минимално такова.

3.3 Скорост на пътуването (V_c) – отношението на дължината на маршрута (L_m) към сумарното време на движение и престой на междинните спирки.

$$(3) \quad V_c = \frac{L_m}{T_{об} - t_{кп}}$$

където:

$T_{об}$ - времето за един оборот

$t_{кп}$ - времето за смяна на посоката на автобуса на крайна спирка

3.4 Необходим брой превозни средства по маршрут (A) – отношението на обема превози за ден ($Q_{ден}$) към производителността на един автобус за един ден (U_Q).

$$(4) \quad A = \frac{Q_{\text{ден}}}{U_Q}$$

От друга страна необходимия брой превозни средства може да бъде изразен чрез дължината на един оборот ($2l_m$) разделена на експлоатационната скорост (V_e) и интервала на движение (I).

$$(5) \quad A_{\text{пер}} = \frac{2l_m}{V_e * I}$$

От последната формула се установява, че броя на автобусите е обратно пропорционален на интервала на движение, т.е. колкото е по-малък, толкова повече превозни средства са необходими за изпълнение на зададеното разписание.

3.5 Интервал на движение на пътническия транспорт (I) – времето на тръгването от определен пункт по маршрута между два последователни автобуса.

$$(6) \quad I = \frac{T_{\text{об}} * 60}{A_M}$$

При зададените ограничения от общината интервала на движение не се изменя. Това показва, че той не влияе на пробегата на превозните средства, но влияе върху определяне на броя им.

3.6 Пътниковместимост на подвижния състав ($m_{\text{пс}}$) – произведението на часовата величина на пътническия поток по даден маршрут за определен период от денонощието ($Q_{\text{пер}}$) и интервала на движение на превозните средства (I).

$$(7) \quad m_{\text{пс}} = Q_{\text{пер}} * I$$

От пътниковместимостта на превозните средства зависи какъв брой ще са необходими за усвояване на пътническия поток.

Погледнато от друг ракурс, за оптимизиране на пробегата на превозните средства влияе пътническия поток. Неговото усвояване е пряко свързано с вместимостта на автобусите и техния брой.

3.7 Пътническият поток – движението на пътници по определени части от транспортната мрежа. Неговите характеристики са: мощност и направление.

- Мощността представлява количеството превозни средства за единица време пътници през конкретно сечение от транспортната мрежа в едно направление.

- Направление на пътническия поток показва разпределението на придвижванията на пътниците между отделните райони.

При организацията на движение на градския пътнически транспорт основна роля има неравномерността на разпределение на пътническия поток във времето и отделни участъци на действащите маршрути. За формиране на рационална маршрутна мрежа, както и ефективно използване на подвижния състав трябва да се знае направлението, размера и степента на неравномерност на пътническите потоци.

Пътническите потоци характеризират натоварването на транспортната мрежа по направление на преместването в определен период от време. Изменянето на пътническия поток е по часове на деня, дни от седмицата, месеци на годината, дължина на маршрута и по направление. Степента на неравномерност на пътническите потоци се оценява с коефициента на неравномерност (η).

В общия вид неравномерността на пътническия поток определяме като отношение на максималната мощност на пътническия поток (Q_{max}) за определен период от време и средната мощност на същия (Q_{cp}) за същия период:

$$(8) \quad \eta_n = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{cp}}}$$

Неравномерността на пътническия поток по часовете от деня, по участъците от маршрута и направлението на движението се оценява със съответстващите коефициенти.

- Неравномерност на пътническия поток в часовете от деня

$$(9) \quad \eta_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{пик}}}{Q_{\text{ср.с}}}$$

- Средночасова мощност на пътничопотока в течение на денонощието

$$(10) \quad Q_{\text{ср.с}} = \frac{\sum_{i=1}^h Q_i}{h}$$

където:

h – часовете от деня, през които се движат превозни средства.

- Неравномерност на пътничопотока по участъци от маршрута

$$(11) \quad \eta_{\text{уч}} = \frac{Q_{\text{уч}}}{Q_{\text{ср.уч}}}$$

където:

$Q_{\text{уч}}$ и $Q_{\text{ср.уч}}$ са съответно максималната мощност на пътничопотока в най-натоварения участък от маршрута по едно от направленията за определен период от време и средноаритметичното значение на пътничопотока по всичките участъци на маршрута в това направление за същия период.

- Средното значение на неравномерност на пътничопотока по участъци от маршрутите има следния вид:

$$(9) \quad Q_{\text{ср.уч}} = \frac{(Q_{1-2} + Q_{2-3} + \dots + Q_{(k-1)-k})}{k}$$

където:

Q_{1-2} - големината на пътничопотока на част от маршрута между първата и втората спирка,

k – количеството участъци по маршрута по даденото направление,

$$(10) \quad k = r - 1,$$

r – брой на спирките по маршрута в дадено направление.

Неравномерност на пътничопотока по направление на движението

$$(11) \quad \eta_{\text{нап}} = \frac{Q_{\text{нап}}}{Q_{\text{нап-пр}}}$$

където:

$Q_{\text{нап}}$ - средночасовата мощност на пътничопотока за едно денонощие в най-натовареното направление

$Q_{\text{нап-пр}}$ - средночасова мощност на пътничопотока за едно денонощие в протоположно направление.

Значението на коефициента на неравномерност е:

- По часовете от денонощието при $\eta_{\text{ч}}$ по-голям от 2 трябва или да се увеличи интервала на движение и да се намалят превозните средства, движещи се по маршрута или да се използват за движение по линия транспортни средства с по-малка вместимост.
- По участъците от маршрута при $\eta_{\text{уч}}$ по-висок от 2 следва по даденото направление да се въведат скъсени курсове между участъците с голям пътничопоток
- По направление при висока стойност на $\eta_{\text{нап}}$ е необходимо да се разгледат вариантите: изменение на трасето в най-натовареното направление, или да се увеличи запълването на вместимостта на превозните средства.

3.8 Коефициент на използване на пробегата (β) – представлява отношението на пробегата с пътници ($l_{\text{път}}$) към общия такъв ($l_{\text{м}}$).

$$(12) \quad \beta = \frac{l_{\text{път}}}{l_{\text{м}}}$$

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На пробегата влияят пряко или косвено експлоатационната скорост, времето в наряд на превозните средства, скоростта на пътуване, броя автобуси по маршрут, пътничопотока, пътничовместимостта на превозните средства и интервала на движение по между им. В следствие на зададените ограничения – график на

движение на всяко превозно средство по отделно и на всичко заедно, скорост на движение, определена от Закона за движение по пътищата, интервали на движение, получен в следствие извършени периодично преброявания на пътниците по определени направления и маршрути и заложи в разписанието на автобусите не може да се оптимизират тези параметри. От изследването на технико-експлоатационните показатели и анализирани на връзките между тях се установява, че пробегът на превозните средства е пряко свързан с техния брой и пътничкопотока. Качествената оценка на неговото използване е коефициента на използване на пробега. След разглеждане на основните технико-експлоатационни показатели се установява, че оптимизиране и приблизително уеднаквяване на пробега на превозните средства, обслужващи определен брой линии може да бъде постигнато като се определи последователността на обслужване на разписанията по зададените маршрути в отделните дни на седмицата и часовете на деня от наличния автобусен парк и така ще се намали нулевия пробег на всяко превозно средство.

ЛИТЕРАТУРА

- Пермовский, А.А. (2011). *Пассажирские перевозки*, учебно-методическое пособие, Нижний Новгород.
- Петрова, И.Д. (2012). *Пассажирские перевозки*, Методические указания к выполнению практических работ, Курган.
- Тодорова, М., Динчев, Д., & Трендафилов, Зл. (2018). *Възможности за намаляване на времето за придвижване на пътниците, използващи градски транспорт*, Електронно-научно приложно списание "Железопътен и интермодален транспорт", ISSN 1314-5878, изнесен като доклад на Научно-техническа конференция "Интегриран обществен транспорт", НТС София, 26.04.2018.
- Спирин, И.В. (2010). *Организация и управление пассажирскими автомобильным перевозками*, издателский центр „Академия”, Москва
- Соколова, О.Н. (2011) *Планирование работы подвижного состава общественного транспорта, методические указания к выполнению практических задач*, Полиграфический центр ННГАСУ.
- Assenova, S.A. (2019). *Optimization of organization of mass passenger transport*, XXIV International scientific conference, 3 – 5 october, Borovez ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online)
- Kochegurova, E.A., & Martynova Yu.A. (2013). *Optimization of planning the public transport routes when developing the automated decision support system*, Tomsk Polytechnic University, pp 79-80.
- Larin, O. N. (2005). *Organization of passenger traffic*, изд. ЮУрГУ, Челябинск, pp 23-33, pp 43- 49.
- Paluch, St. (2018). *Vehicle scheduling with special constraints in regional bus passenger transport*, transport problems, X international conference, Zilina
- Schöbel, A. (2012). *Line planning in public transportation: models and methods*, Published online: 3 May 2011, OR Spectrum 34:491–510 ,DOI 10.1007/s00291-011-0251-6
- Algorithmic Methods for Optimization in Public Transport*, Seminar April 24–29, 2016 - <http://www.dagstuhl.de/16171>