

СТАСЕНКО Л.Н., АРЫКБАЕВ К.Б., СУРАПОВ А.К., КУБАНЫЧБЕКОВ М.К.
¹КГУСТА им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

STASENKO L.N., ARYKBAEV K.B., SURAPOV A.K., KUBANYNBEKOV M.K.
¹KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic
lstasenkoLN@list.ru surapov80@mail.ru murat@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ УЛИЦЫ

INFLUENCE OF PUBLIC TRANSPORT STOPS ON THE THROUGHPUT OF THE CARRIAGEWAY OF THE STREET

Берилген макалада шаардык транспорт агымынын курамы боюнча талдоо жүргүзүлүп, анын натыйжасында автоунаалар шаардын көчөлөрү менен жүрүүчү транспорт каражаттарынын жалпы санынын 80% ын жеңил автоунаалар түзөөрү аныкталган. Шаардын көчөлөрүнүн жүрүүчү бөлүгүнүн жол кыймылынын шарттарына жана өткөрүү жөндөмдүүлүгүнө коомдук транспорттун токтошунун таасири каралат. Жүргүзүлгөн эсеп, талдоолор жүргүзүлүп, иш-чаралар сунушталууда, аларды ишке ашыруу кырдаалды жакшы жагына өзгөртүүгө мүмкүндүк берет.

Өзөк сөздөр: унаа агымынын курамы, жол кыймылынын сыйымдуулугу, жеңил унаалардын үстөмдүк кылуусу, коомдук транспорт.

В представленной статье выполнен анализ городского транспортного потока по составу, в результате которого выявлено что легковые автомобили составляют до 80 % от общего числа транспортных средств, движущихся по городским улицам. Рассмотрено влияние остановок общественного транспорта на условия движения и пропускную способность проезжей части городских улиц. Выполнен анализ проведенного расчета и предложены мероприятия, проведение которых позволит изменить ситуацию к лучшему.

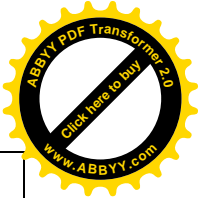
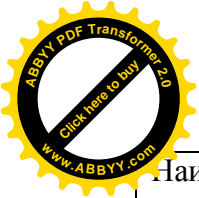
Ключевые слова: состав транспортного потока, пропускная способность проезжей части, преобладание легковых автомобилей, общественный транспорт.

In the presented article, an analysis of the urban traffic flow by composition was carried out, as a result of which it was revealed that cars make up to 80% of the total number of vehicles moving along city street. The influence of public transport stops on traffic conditions and traffic capacity of the carriageway of city streets is considered. The analysis of the calculation is carried out and measures are proposed, the implementation of which will make it possible to change the situation for the better.

Keywords: the composition of the traffic stream, traffic capacity, dominance of passenger cars, public transport.

Введение. В настоящее время продолжается урбанизация городов, увеличение их площади и численности городского населения, что вызывает значительный рост пассажирских и грузовых потоков в черте города. Анализ транспортных потоков, выполненный на улицах и пересечениях Бишкека, показывает, что транспортный поток, движущийся в городе неоднороден по составу (Таблица 1).

Таблица 1 - Состав транспортного потока города Бишкек



Наименование показателей	Легк. авт.	Груз. авт.	Пассажирские автомобили				
			всего	микроавтобусы		Автобусы, троллейбусы	
				От общего числа	От числа пасс. авто	От общего числа	От числа пасс. авто
Количество в процентах	60 - 80	≥ 10	20 - 30	20 - 25	90	2	10

Данные таблицы 1 показывают явное преобладание легковых автомобилей, что говорит об активном использовании при передвижениях горожанами и гостями столицы личных автомобилей и сокращении пользования общественным транспортом. В результате возрастает интенсивность движения, особенно на магистральных улицах города, падает пропускная способность, образуются транспортные заторы, увеличивается загрязнение воздушного бассейна. Меры, принимаемые для улучшения обстановки, такие как расширение проезжей части улиц, обеспечение сквозного проезда магистральных улиц (улицы Боконбаева, Панфилова, Толстого г. Бишкек), введение одностороннего движения, реконструкция перекрестков и изменение цикла светофорного регулирования приводят к неплохому, но временному эффекту.

Согласно результатам постоянно проводимых наблюдений за потоками городского транспорта, на магистральных улицах города преобладают пассажирские перевозки индивидуальным и общественным транспортом (таблица 1).

Более энергичное использование общественного транспорта большой вместимости может повысить результативность работы транспортной сети. Для обеспечения эффективной работы пассажирского транспорта помимо надлежащих транспортных средств и квалифицированного персонала необходимо наличие соответствующей инфраструктуры, в частности благоустроенных остановок общественного транспорта [4].

Методика. Остановочные пункты оказывают значительное влияние на пропускную способность проезжей части.

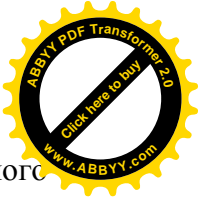
Пропускная способность одной полосы движения проезжей части улицы рассчитывается по известной формуле

$$N_q = \frac{3600g}{L} \text{ трансп. / ч,} \quad (1)$$

где N_q — пропускная способность одной полосы проезжей части; g -разрешенная скорость движения транспортного потока на изучаемом участке в $м/сек$; L — величина «динамического габарита», который равен безопасному расстоянию между транспортными единицами, двигающимися друг за другом по полосе движения.

$$L = gt + \frac{g^2}{2g(\varphi \pm i)} + l + s \quad (2)$$

где t -время реакции водителя, определяется в зависимости от квалификации и эмоционального состояния водителя. При проведении расчетов принимаем усредненное значение $t_p = 1,0$ с. g -ускорение свободного падения, $9,8$ $м/сек^2$; φ - коэффициент сцепления шины колеса с покрытием, на величину указанного параметра оказывает влияние тип и состояние дорожного покрытия, а так жестостояние поверхности колес транспортного средства. При неблагоприятных дорожных условиях $\varphi = 0,2 - 0,3$ – это значение и принимается в расчете динамического габарита при оценке пропускной способности. i -



продольный уклон проезжей части, в нашем случае расчет ведется для горизонтального участка, то есть $i = 0$. l - длина легкового автомобиля, к которому приводится весь транспортный поток, при расчете пропускной способности полосы движения, предназначенной для смешанного потока. s — расстояние безопасности между остановившимися транспортными средствами, $s = 2$ м.

При скорости движения $v = 16,7$ м/сек – максимальная скорость, разрешенная в городе Бишкек, динамический габарит легкового автомобиля будет равен

$$L_{\text{легк}} = 16,7 \times 1,0 + \frac{16,7^2}{2 \times 9,81 \times 0,2} + 5 + 2 = 71 \text{ (м)}$$

Ну и соответственно пропускная способность полосы для приведенного потока легковых автомобилей составит

$$N_{\text{пл}} = 3600 \cdot 16,7 : 71 = 847 \text{ (авт/час)}$$

Известно, что пропускная способность участка улично-дорожной сети определяется минимальным значением указанного показателя, характерным для одного из его сечений.

Пропускную способность остановочного пункта для автобуса (троллейбуса) можно определить по формуле

$$N = \frac{3600}{T} \text{ авт / ч,} \quad (3)$$

где T - полное время, в течение которого автобус (троллейбус, микроавтобус) находится на остановочном пункте, в сек.

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (4)$$

где t_1 — время, затрачиваемое на подход к остановочному пункту (время торможения), в сек;

$$t_1 = \sqrt{\frac{2l_3}{b}} \quad (5)$$

где l_3 — «промежуток безопасности» между автобусами (троллейбусами) при подходе к остановке, равный по длине автобусу (троллейбусу) — 10 м; b — замедление при торможении, принимаемое равным 1 м/сек^2 ; то есть

$$t_1 = \sqrt{\frac{2l_3}{b}} = \sqrt{\frac{20}{1}} = 4,47 \approx 5 \text{ (сек)} \quad (5)$$

t_2 - время на посадку и высадку пассажиров в сек, определяется по формуле:

$$t_2 = \frac{\beta \lambda t_0}{k} \quad (6)$$

где β - коэффициент, учитывающий, какая часть автобуса (троллейбуса) занята выходящими и входящими пассажирами по отношению к нормальной вместимости автобуса; для остановочных пунктов с большим пассажирооборотом $\beta = 0,2$; λ - вместимость автобуса (троллейбуса), принимаем эту величину равной 60 пассажирам; t_0 — время, затрачиваемое одним входящим или выходящим пассажиром $t_0 = 1,5$ сек

k - число дверей для выхода и входа пассажиров. Для общественного транспорта г. Бишкек (автобусы, троллейбусы) принимаем $k = 2$.

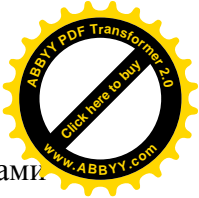
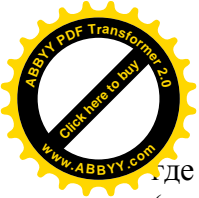
Подставляя в формулу 6 указанные значения, получаем:

$$t_2 = \frac{0,2 \cdot 60 \cdot 1,5}{2} = 9 \text{ сек;}$$

t_3 — время на закрытие дверей в сек; При выполнении расчетов время на закрытие дверей t_3 принимается по данным наблюдений, равным 3 сек;

Время на освобождение автобусом (троллейбусом) остановочного пункта t_4 определяется по формуле 7:

$$t_4 = \sqrt{\frac{2l_3}{a}} \text{ сек,} \quad (7)$$



где a - ускорение, равное 1 м/сек ; l_3 - «промежуток безопасности» между автобусами (троллейбусами) при подходе к остановке, равный по длине автобусу (троллейбусу) - 10 м ;

$$t_4 = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{1}} = t_1 \text{ сек.}$$

Полное время занятия автобусом (троллейбусом) остановочного пункта

$$T = 2 \sqrt{\frac{20}{1}} + \frac{0,2 \cdot 60 \cdot 1,5}{2} + 3 = 21 \text{ сек}$$

Таким образом, пропускная способность остановочного пункта для автобуса (троллейбуса), вместимостью 60 пассажиров, составит:

$$N_T = 3600/21 = 171 \text{ авт/час}$$

Длина микроавтобусов $l_3 = 7,0$ метров, число дверей $k = 1$

$$t_1 = t_4 = \sqrt{\frac{2l_3}{b}} = \sqrt{\frac{14}{1}} = 3,75$$

При вместимости микроавтобуса 20 пассажиров, величина t_2 , рассчитанная по формуле 6 составит:

$$t_2 = 0,2 \cdot 20 \cdot 1,5/1 = 6 \text{ сек}$$

Полное время занятия микроавтобусом остановочного пункта будет равно

$$T = 3,75 + 6 + 3 + 3,75 = 16,5 \text{ сек.}$$

пропускная способность остановочного пункта для микроавтобуса, вместимостью 20 пассажиров, составит:

$$N_M = 3600/16,5 = 218 \text{ авт/час}$$

На первый взгляд использование микроавтобусов более эффективно – пропускная способность остановочного пункта N_M выше N_T

$$\frac{N_M}{N_T} = \frac{218}{171} = 1,27$$

Однако провозная способность автобусов в 3 раза превышает тот же показатель микроавтобусов и соответственно для перевозки значительного числа пассажиров их требуется в 3 раза меньше, чем микроавтобусов. То есть 218 автобусов в течение часа перевезут

$$K_{\text{ап}} = 60 * 218 = 13080 \text{ (пасс)}$$

Для перевозки такого количества пассажиров потребуется C микроавтобусов

$$C = 13080 : 20 = 654 \text{ (микроавтобуса)}$$

Такое количество бусиков сможет пройти через остановочный пункт в течение B часов.

$$B = 654 : 218 = 3$$

Результаты. Приведенный простой расчет показывает, что даже частичная замена бусов на автобусы большой вместимости способствует повышению пропускной способности объектов транспортной инфраструктуры и сокращению интенсивности движения на городских улицах. Развитие массового пассажирского транспорта и четкая его работа позволят так же сократить пользование индивидуальными автомобилями в первую очередь для трудовых поездок и этим снизить загрузку УДС [4].

Практическая пропускная способность проезжей части в конкретных условиях рассчитывается по формуле:

$$P = \beta P_{\text{max}} \quad (8)$$

где β - коэффициент снижения пропускной способности, зависящий от множества факторов. В нашем случае рассматривается только коэффициент β_{12} , учитывающий влияние остановочных площадок на величину пропускной способности, изменяющийся в пределах от $0,98$ до $0,64$. То есть квалифицированное обустройство остановок общественного транспорта, и грамотная организация движения в зоне их влияния приведет к повышению пропускной способности участка улицы.



Рис. 1. Расположение маршрутного транспорта на остановке.

Для уменьшения влияния на проходящий транспортный поток стоящего на остановке, подъезжающего и выезжающего с нее общественного транспорта, для сохранения общей пропускной способности, согласно действующим нормам, необходимо, чтобы в зоне остановочных пунктов было предусмотрено местное уширение проезжей части (устройство заездных карманов) [6]. В то же время проведенные наблюдения за условиями движения на остановочных пунктах, показали, что при свободной остановке, независимо от наличия карманов, общественный транспорт, останавливается в начале остановки, нередко не заезжая в карман (рис.1).

Последующее транспортное средство останавливается за первым – вне остановки, не доезжая до нее. На остановках обслуживающих большое количество маршрутов, наблюдается скопление микроавтобусов в начале остановки, при этом основная часть остановочной площадки, длина которой 30 и более метров, остается свободной (рис.1).

Отдельные микроавтобусы останавливаются во втором ряду, осуществляя посадку, высадку пассажиров, либо проезжают остановку, не останавливаясь (рис. 2). При этом общественный транспорт полностью занимает 1 – 2 полосы движения, оставляя другим видам проезжающих транспортных средств 1 полосу, в результате чего падает величина пропускной способности проезжей части в целом.



Рис.2. Расположение маршрутного транспорта на остановке Ахунбаева - Абая

Остановившееся на остановке транспортное средство вызывает помехи, проявляющиеся в изменении траектории транспортного потока и снижении его скорости. Наблюдения, проведенные на городских улицах и автомобильных дорогах показали, что отклонение траектории транспортных средств, проезжающих мимо стоящего на остановке

автобуса, может начинаться за 70 – 80 м до него. Общая зона влияния на траекторию имеет протяженность более 150 м [4].

Устранить данное явление возможно следующим образом:

При движении по городской улице нескольких маршрутов с малым интервалом движения (3–4 мин) (ул. Ахунбаева, Байтик батыра, Киевская) возможно устройство двух остановочных пунктов в одном месте, разделяя маршруты по протяженности остановки посредством установки дорожных знаков. Допустим автобусы (микроавтобусы) маршрутов 23, 147, 16 останавливаются в первой половине остановки, а другие маршруты – с ее середины.

Выводы: В Бишкеке основным видом общественного транспорта является микроавтобус малой вместимости. Согласно результатам проведенных исследований он составляет 90% от общей численности пассажирского транспорта.

Рациональное обустройство остановок общественного транспорта и грамотная организация движения в зоне их влияния оказывает существенное влияние на эффективность работы общественного транспорта и повысит пропускную способность участка улицы. Совершенствование регулирования движения и предоставление приоритета общественному транспорту могут сыграть решающую роль в повышении скорости сообщения [6] и как следствие повышению пропускной способности УДС.

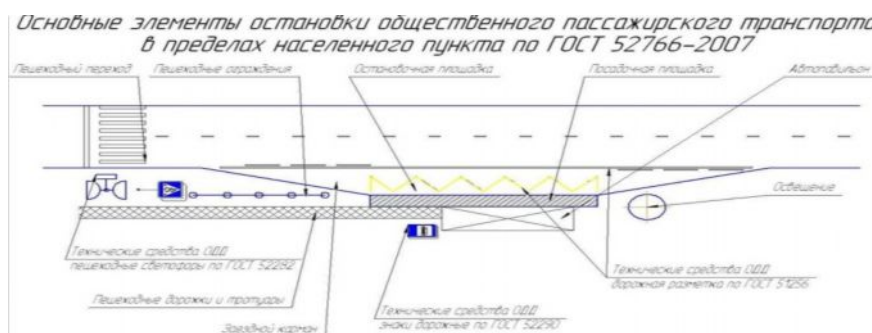


Рис. 3. Остановка общественного транспорта по ГОСТу

Список литературы

1. Димова И.П. Повышение эффективности работы городского пассажирского транспорта на основе исследования показателей работы остановочных пунктов [Текст] / И.П. Димова, Я.А. Борщенко // Наука, техника и образование. - 2014. - № 5 (5). - С. 62–65.
2. Липенков А.В. Определение пропускной способности остановочного пункта городского пассажирского транспорта при непостоянном числе мест обслуживания [Текст] / А.В. Липенков, М.Е. Елисеев // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2014. - № 3. - С. 79–81.
3. Зедгенизов А.В. Остановочные пункты городского пассажирского транспорта [Текст]: монография ИрГТУ: LAP Lambert Academic Publishing А.В. Задгенизов. - 2009. 120 с.
4. Клиновштейн Г. И. Организация дорожного движения [Текст] / Г.И. Клиновштейн, М.Б. Афанасьев. - М.: Транспорт, 2001. – 301 с.
5. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов [Текст] / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
6. Пугачев И. Н. Организация и безопасность движения [Текст] / И.Н. Пугачев. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. – 232 с.
7. Denis_K@tut.by; 2Tanus-sam@yandex.ru
8. vestnik-glonass.ru/~njmwp