

УДК 656.13

*С. А. АЗЕМША, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; В. Н. СТУКАЧЕВ, кандидат технических наук, ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», г. Минск*

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ПРОСТОЕВ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЗОНЕ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕГУЛЯРНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В Г. ГОМЕЛЕ**

Пассажи́рские городские перевозки являются стратегически важной отраслью народного хозяйства Республики Беларусь. От качества транспортного обслуживания населения во многом зависят такие важные показатели, как производительность труда, психофизиологическое состояние пассажиров, а также социальные настроения в целом. Качественное удовлетворение спроса на городские пассажирские перевозки является одной из составляющих успешного экономического развития города или региона. Очевидно, что одним из важнейших показателей качества является скорость доставки пассажиров. Ее величина зависит от многих факторов: интенсивности движения, состояния дорожного покрытия, погодных условий, организации дорожного движения и др. Характерной чертой регулярных городских перевозок пассажиров является наличие значительного числа остановочных пунктов, расположенных друг от друга на небольшом удалении. Время, затрачиваемое маршрутными транспортными средствами на остановочных пунктах под посадкой-высадкой, оказывает влияние на общую скорость доставки пассажиров. Кроме того, при простоях под посадкой-высадкой маршрутные транспортные средства продолжают потреблять энергию (электрическую или углеводородное топливо), не выполняя при этом транспортной работы.

В данной статье на основании ранее проведенных исследований временных потерь маршрутных транспортных средств в зоне остановочных пунктов г. Гомеля дается экономическая оценка указанным потерям.

**К**аждый человек в той или иной степени пользуется услугами пассажирского транспорта общего пользования, от качества работы которого зависят производительность труда, психофизиологическое состояние пассажиров и социальные настроения в целом. Поэтому необходимо уделять достаточное внимание каждому элементу, имеющему место при перевозках пассажиров в регулярном сообщении, в том числе и продолжительности простоев на остановочных пунктах.

В настоящее время порядок посадки-высадки пассажиров маршрутных транспортных средств регламентирован п. 222 Правил автомобильных перевозок пассажиров. Из указанного пункта следует, что водитель маршрутного транспортного средства должен останавливаться для посадки-высадки пассажиров как можно ближе к передней границе остановочного пункта [1]. Однако это требование далеко не всегда соблюдается. Кроме того, в нормативных актах не регламентируется время простоя маршрутного транспортного средства в зоне остановочного пункта. Негативные результаты этого ощущает на себе каждый пассажир:

1 Водители маршрутных транспортных средств зачастую без каких-либо видимых причин простаивают на остановочных пунктах после прекращения посадки-высадки пассажиров.

2 Нередки простои маршрутных транспортных средств в ожидании освобождения остановочного пункта вследствие его занятости.

3 Неправильное расположение маршрутных транспортных средств на остановочных пунктах приводит к неоправданным простоям следующих за маршрутных транспортных средств и т. д.

Проведенные исследования позволили определить числовые значения непроизводительных простоев маршрутных транспортных средств в зоне остановочных пунктов [2, 3]. Суммарное время простоя маршрутного транспортного средства на остановочном пункте

$$t_6 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (1)$$

где  $t_1$  – простои перед остановочным пунктом вследствие его занятости, с;  $t_2$  – простои перед остановочным пунктом вследствие неправильного расположения на нем впереди идущих маршрутных транспортных средств, с;  $t_3$  – простои на остановочном пункте при посадке-высадке пассажиров, с;  $t_4$  – простои на остановочном пункте без посадки-высадки пассажиров с открытыми дверями, с;  $t_5$  – простои на остановочном пункте с закрытыми дверями в ожидании освобождения проезда, с.

Параметр  $t_1$  учитывается, когда маршрутное транспортное средство простаивает перед остановочным пунктом, который полностью занят маршрутными транспортными средствами, осуществляющими посадку-высадку пассажиров.

Параметр  $t_2$  принимается в расчет, если маршрутное транспортное средство останавливается для посадки-высадки пассажиров, не доезжая до начала остановочного пункта (рисунок 1).

В результате этого сзади идущее маршрутное транспортное средство вынуждено совершить объезд, уступив при этом дорогу транспортным средствам, движущимся по полосе, расположенной слева, или ожидать освобождения остановочного пункта.

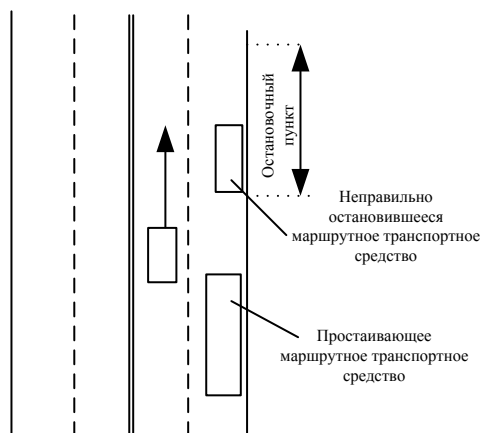


Рисунок 1 – Простои перед остановочным пунктом вследствие неправильного расположения на нем впереди идущих маршрутных транспортных средств

Параметр  $t_3$  связан с простоем непосредственно под посадкой-высадкой пассажиров.

Параметр  $t_4$  входит в выражение (1), если посадка-высадка пассажиров уже закончена, но маршрутное транспортное средство простаивает в зоне остановочного пункта с открытыми дверями. Эти простои связаны с проведением контрольно-ревизионных проверок билетов пассажиров; ожиданием смены сигнала светофора, расположенного впереди по ходу движения маршрутного транспортного средства; продажей водителем абонементных талонов и другими причинами.

Параметр  $t_5$  учитывается, когда посадка-высадка пассажиров уже окончена, маршрутное транспортное средство готово отъехать от остановочного пункта, но впереди стоящие маршрутные транспортные средства создают препятствие для движения.

Очевидно, что параметры  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_4$ ,  $t_5$  являются непроизводительными и должны быть минимизированы. Процентное соотношение составляющих времени простоя приведено на рисунке 2 [3].

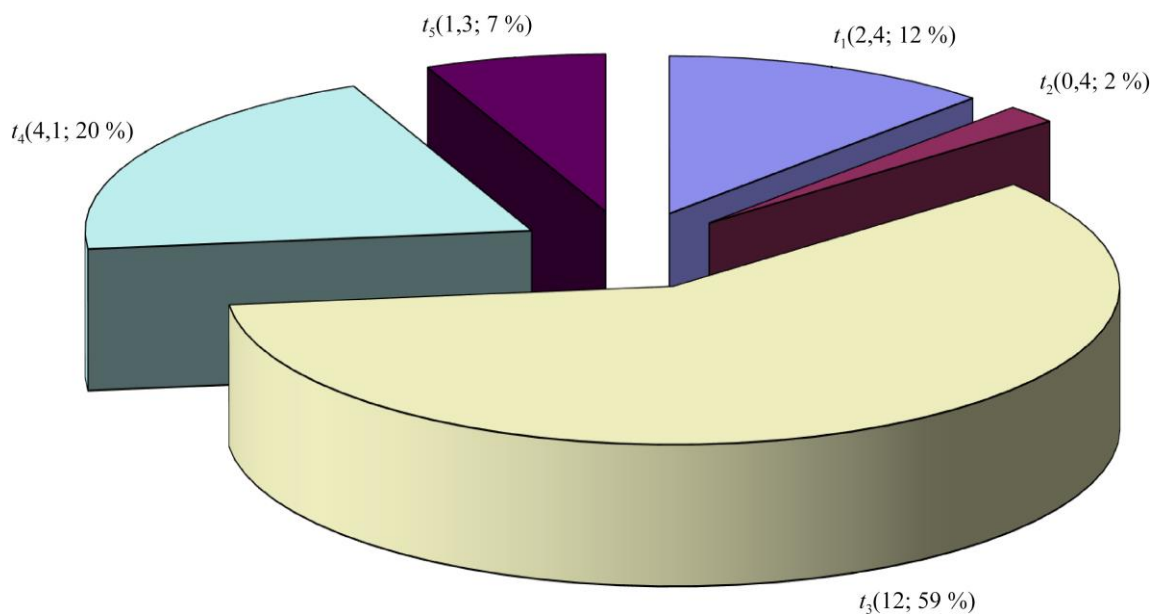


Рисунок 2 – Структура времени суммарного простоя на остановочном пункте [3]

Анализ полученных в ходе предыдущих исследований данных, показывает [2, 3]:

- что каждое маршрутное транспортное средство в среднем 2,4 с простаивает перед остановочным пунктом вследствие его занятости, 0,4 с – из-за того, что впереди идущие маршрутные транспортные средства остановились, не доезжая до начала остановочного пункта, 12 с – под посадкой-высадкой, 4,1 с – без посадки-высадки с открытыми дверями, 1,3 с – с закрытыми дверями в ожидании освобождения проезда;

- общая задержка каждого маршрутного транспортного средства на остановочном пункте в среднем составляет 20 с;

- только 60 % времени простоя составляют простои непосредственно при посадке-высадке пассажиров, а остальные 40 % (8 с) – непроизводительные простои.

Анализ непроизводительных простоев по видам пассажирских транспортных средств показывает, что среднее время непроизводительного простоя каждого маршрутного транспортного средства на одном остановочном пункте, составляет [2, 3]:

- 10,5 с – для троллейбусов;
- 5 с – для автобусов;
- 0,3 с – для микроавтобусов.

Установлено [3], что в денежном эквиваленте потери пассажиров общественного транспорта

г. Гомеля от непроизводительных простоев в зоне остановочных пунктов составят 15,8 млрд руб. за год. Однако указанные социально-экономические потери будут не единственным видом потерь от непроизводительных простоев маршрутных транспортных средств в зоне остановочных пунктов. Очевидно, что при простое в зоне остановочного

пункта, маршрутное транспортное средство расходует энергию (сжигает топливо или потребляет электрическую энергию). Данные по расходу топлива автомобилями МАЗ при работе двигателя на холостом ходу приведены в таблице 1, а по энергопотреблению троллейбуса АКСМ-321 при его простое – в таблице 2.

Таблица 1 – Расходы топлива на холостом ходу двигателей семейства автобусов МАЗ

Модель базового автобуса	Модификация	Модель двигателя	Номинальная вместимость, пас.	Максимальная мощность, кВт	Расход топлива на холостом ходу, г/с
МАЗ-103	МАЗ-103	Mercedes-Benz OM906LA (E3, E4), Deutz BF6M 1013 (E3)	100	170 180	0,98 1,07
	МАЗ-1035	Mercedes-Benz OM906LA (E3, E4), Deutz BF6M 1013 (E3)	90	170 180	0,98 1,07
МАЗ-105	МАЗ-105	Mercedes-Benz OM906LA (E3, E4)	170	205	1,28
МАЗ-107	МАЗ-107	Mercedes-Benz OM906LA (E3, E4)	145	205	1,28
МАЗ-203	МАЗ-203	Mercedes-Benz OM906LA (E3, E4), Deutz TCD 2013 LO6 (E3)	100	205 или 170 210 или 213	1,28 или 0,98 1,33 или 1,36
	МАЗ-2031	Mercedes-Benz OM906LA (E3, E4), Deutz TCD 2013 LO6 (E3)	100	213 210 или 213	1,36 1,33 или 1,36
МАЗ-206	МАЗ-206	Mercedes-Benz OM904LA (E3, E4, E5)	72	130	0,64

*Примечания*  
1 Данные по комплектации автобусов двигателями получены из официального сайта ОАО «Минский автомобильный завод» (<http://maz.by/>).  
2 Значения расхода топлива (в г/с) получены на основании обработки опытных данных при работе на холостом ходу при 900 об/мин коленчатого вала двигателя.

Таблица 2 – Энергопотребление троллейбуса АКСМ-321 на остановке

Параметр	Значение	Примечание
Потребление электроэнергии из питающей сети на остановке (посадка-высадка пассажиров) без учета работы световых приборов и обогрева пассажирского салона и кабины водителя, кВт (мин. – макс.)	0–3	Электродвигатель компрессора может быть включен (потребление 3 кВт) или выключен (потребление 0 кВт), в зависимости от давления в пневмосистеме
Потребление электроэнергии из питающей сети на остановке на обогрев пассажирского салона в холодное время года, максимально, кВт	22 (в среднем 15,4)	В пассажирском салоне установлено 4 калорифера по 4 кВт и один калорифер 6 кВт в кабине водителя (может отключаться водителем). Так как калориферы работают не постоянно, а периодически, то в среднем используется 70 % мощности, что составит 15,4 кВт
Потребление электроэнергии из питающей сети на остановке на световые приборы в темное время суток, кВт	0,462	В троллейбусе установлены 17 светильников, 2 фары, задние фонари, указатели поворотов и др.

*Примечание* – Значения энергопотребления взяты по данным УП «Белкоммунмаш».

На основании данных таблицы 1 можно найти зависимость расхода топлива на холостом ходу ( $R$ , г/с) от мощности двигателя ( $N$ , кВт). Указанная зависимость приведена на рисунке 3. Из рисунка 3 видно, что между исследуемыми параметрами существует довольно тесная линейная связь, при этом уравнение регрессии имеет вид  $R = 0,0087N - 0,4908$ .

Аналогичным образом можно найти зависимость расхода топлива на холостом ходу ( $R$ ) от вместимости автобуса ( $Q$  в диапазоне вместимостей от 72 до 170 пассажиров (рисунок 4).

Зависимость расхода топлива на холостом ходу от номинальной вместимости имеет вид

$$R = \frac{1}{-23,34 + \frac{529,77}{Q} + 9,44 \log_{10} Q} \quad (2)$$

Для данной зависимости коэффициент корреляции равен 0,89, критерий Фишера – 20,9, критерий Стьюдента – 4,2. Значения полученных статистических характеристик говорят о высокой значимости полученной регрессионной модели.

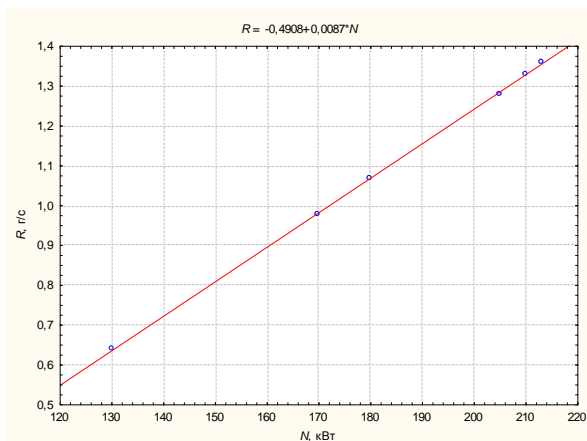


Рисунок 3 – Зависимость расхода топлива на холостом ходу от мощности двигателя

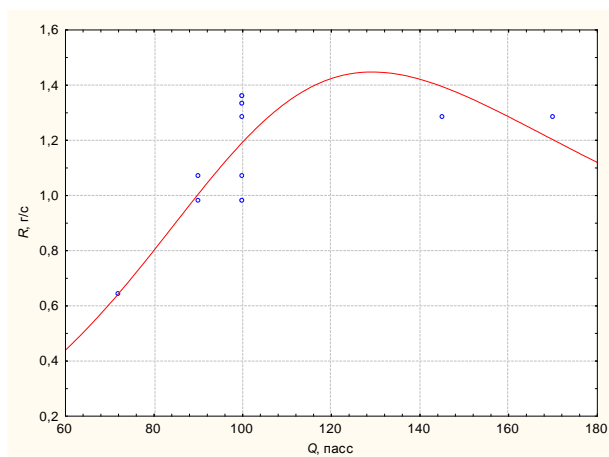


Рисунок 4 – Зависимость расхода топлива на холостом ходу от номинальной вместимости автобуса

Городские перевозки пассажиров автобусами в г. Гомеле выполняет автобусный парк № 6. Согласно [4] средняя пассажироместимость одного

автобуса составляет 125 чел. Из выражения 2 можно найти, что для автобуса средней вместимости расход топлива на холостом ходу равен 1,4 г/с, что при плотности топлива 0,85 т/м<sup>3</sup> составит 1,65 мл/с. Зная, что средний непроизводительный простой автобуса в зоне остановочного пункта составляет 5 с [2], нетрудно подсчитать, что автобус средней вместимости при этом расходует 8,3 мл топлива. Учитывая, что в среднем за сутки автобусы в г. Гомеле совершают 71,7 ч непроизводительных простоев, можно подсчитать, что при этом они израсходуют  $1,65 \cdot 3,6 \cdot 71,7 \cdot 254 = 108,2$  тыс. литров топлива за год только в будние дни, что при цене дизельного топлива 1990 руб./л, эквивалентно затратам в 215,3 млн руб.

На основании данных таблицы 2 можно подсчитать, что за каждый час простоя в зоне остановочного пункта троллейбус в среднем потребляет электроэнергию:

- в светлое время суток, в теплое время года  $3 / 2 = 1,5$  кВт, при условии, что время работы электродвигателя компрессора равно времени, в течение которого он выключен;
- в темное время суток, в теплое время года  $1,5 + 0,462 \approx 2$  кВт;
- в темное время суток, в холодное время года  $2 + 15,4 = 17,4$  кВт;
- в среднем, независимо от времени суток и поры года  $17,4 / 3 = 5,8$  кВт.

Результаты расчета стоимости топлива (электроэнергии), потребляемых маршрутными транспортными средствами во время непроизводительных простоев на остановочных пунктах, а также связанных с ними совокупных годовых потерь, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет потерь от непроизводительных простоев маршрутных транспортных средств на остановочных пунктах

Вид маршрутного транспортного средства	Средний расход топлива при простое, мл/с (среднее потребление электроэнергии, кВт/с)	Среднее время непроизводительного простоя на каждом остановочном пункте [2], с	Суммарный суточный непроизводительный простой в г. Гомеле в будний день [2], ч	Стоимость 1 л топлива (1 кВт электроэнергии), руб.	Годовые затраты от непроизводительных простоев на топливо (электроэнергию) в г. Гомеле в будние дни, млн руб.	Годовая стоимость потерь времени пассажирами [3], млн руб.	Совокупные годовые потери от непроизводительных простоев, млрд руб.
Автобус	1,4	5,0	71,7	1990	215,3	5558,2	5,8
Микроавтобус	0,255	0,3	12,7	1990	6,9	102,3	0,1
Троллейбус	(0,0016)	10,3	142,3	(292) [6]	(87,4)	10148,9	10,2
Итого	–	–	226,7	–	309,6	15809,4	16,1

**Выводы.** В результате исследований установлено, что в среднем за сутки автобусы в г. Гомеле совершают 71,7 ч непроизводительных простоев. При этом они израсходуют топлива более чем на 215,3 млн руб. в год. Микроавтобусы в среднем за сутки в г. Гомеле совершают 12,7 ч непроизводи-

тельных простоев и расходуют топлива более чем на 6,9 млн руб. в год. Троллейбусы г. Гомеля совершают в среднем 142,3 ч непроизводительных простоев в сутки. При этом они потребят электроэнергии более чем на 87,4 млн руб. за год. Стоимостная оценка потерь времени пассажирами от не-

производительных простоев маршрутных транспортных средств в зоне остановочного пункта равна 15,8 млрд руб. за год. Таким образом совокупные потери от непроизводительных простоев маршрутных транспортных средств в зоне остановочных пунктов г. Гомеля в будние дни составляют более 16,1 млрд руб. за год.

С целью уменьшения суммарного времени простоя маршрутных транспортных средств на остановочных пунктах рекомендуется:

1 Запретить продажу проездных документов водителями троллейбусов на остановочных пунктах (уменьшится  $t_4$ ).

2 Организовать контрольно-ревизионные проверки наличия проездных билетов на перегонах, а не на остановочных пунктах (уменьшится  $t_4$ ).

3 Пересмотреть расписание движения маршрутных транспортных средств с учетом оптимизации интервалов между следующими друг за другом маршрутными транспортными средствами (уменьшатся  $t_1$  и  $t_5$ ).

4 Нормативными документами закрепить следующие положения:

4.1 Маршрутное транспортное средство должно останавливаться для посадки-высадки пассажиров как можно ближе к передней границе остановочного пункта (уменьшится  $t_2$ ).

4.2 Водителю маршрутного транспортного средства разрешено простаивать в зоне остановочного пункта только для осуществления посадки-

высадки пассажиров, а также с целью ожидания освобождения остановочного пункта (уменьшатся  $t_1$ ,  $t_4$  и  $t_5$ ).

#### Список литературы

1 О некоторых вопросах автомобильных перевозок пассажиров: постановление Совета Министров Респ. Беларусь 30 июня 2008 г. № 972 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2009.

2 Снижение задержек транспортных средств на остановочных пунктах при городских перевозках пассажиров в регулярном сообщении / С. А. Аземша [и др.] // Вестник Белорус. гос. ун-та трансп. : Наука и транспорт. – 2009. – № 2. – С. 21–24.

3 Аземша, С. А. Социально-экономическая оценка временных потерь пассажиров маршрутных транспортных средств в городском регулярном сообщении / С. А. Аземша, С. В. Скиркоцкий, В. Н. Стукачев // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов : материалы междунар. науч.-практ. конф.; редкол.: Ф. А. Романюк [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – С. 64–69.

4 Транспорт в Гомеле [Электронный ресурс]. – Гомель, 2009. – Режим доступа: <http://gomeltrans.net/>. – Дата доступа: 25.01.2006.

5 Декларация об уровне тарифов на электрическую энергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО «Белэнерго» для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей : приказ М-ва экономики Респ. Беларусь 17 февраля 2010 г. № 5 // Эталон-Беларусь [Электрон. ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2010.

Получено 15.03.2010

**S. A. Azemsha, V. N. Stukachev.** Economic estimation of unproductive idle times of routing vehicles in the zone of stopping points at performance of regular passenger transportations in Gomel.

Passenger city transportations are strategically important branch of a national economy of Byelorussia. Such important indicators in many respects depend on quality of transport service of the population as labour productivity, a psychophysiological status of passengers, and also social moods as a whole. The qualitative satisfaction of demand for city passenger transportations is one of components of successful economic development of a city or region. It is obvious, that one of the major indicators of quality is speed of delivery of passengers. Its size depends on many factors: intensity of movement, a status of a road covering, weather conditions, the organisation of traffic, etc. Characteristic line of regular city transportations of passengers is presence of considerable number of the stopping points located from each other on small removal. Time spent by routing vehicles on stopping points under planting-disembarkation, influences the general speed of delivery of passengers. Besides, at idle times under planting-disembarkation routing vehicles continue to consume energy (electric or hydrocarbonic fuel), not performing thus transport job.

In given article on the basis before the spent researches of time losses of routing vehicles in a zone of stopping points the economic estimation is given to the specified losses.