

4 **Аземша, С. А.** Выбор управляемых параметров критерия эффективности магистральных грузовых автомобильных перевозок // Литва без науки – Литва без будущего: сб. докл. 8-й конференции молодых ученых Литвы. – Вильнюс: Техника, 2005. С. 306 – 311.

5 **Боровиков, В.** STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере / В. Боровиков. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 686 с.

6 **Гинзбург, А. И.** Статистика / А. И. Гинзбург. – СПб.: Питер, 2003. – 128 с.

Получено 12.01.2006

S. A. Azemsha. Basis optimal waiting time for return cargo of truck working on international routes.

The problem of increase of efficiency of transportations of cargoes motor transport is actual from the moment of occurrence of the motor transportation enterprises. Most sharply given problem is shown in conditions of a rigid competition between various types of transport, and also between autocarriers. It is obvious, that for increase of efficiency of use of lorries it is necessary to provide their return loading. The problem of search of loading in the return (passing to the return) a direction now has lost the urgency. It is connected with development of information technologies, creation on the basis of network ENTERNET of the specialized information resources comprising data on cargoes presented to transportation. In the developed conditions gets a urgency a problem of a choice from set of the presented loadings such cargo which transportation will give the greatest effect. The mathematical model of investigated system is developed for the decision of a task in view in given clause article. Carried out researches are based on a combination of theoretical researches, statistical modelling, gathering and processing of the statistical information.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2006. № 1-2(12-13)

УДК 656.13

С. В. СКИРКОВСКИЙ, ассистент; Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ АВТОБУСАМИ

В настоящее время экономическое состояние пассажирских автотранспортных предприятий нельзя назвать удовлетворительным. Изношенность подвижного состава, ремонтной базы, несоответствие структуры парка подвижного состава сложившемуся спросу на перевозки и нерациональная организация перевозочного процесса являются характерными признаками условий работы пассажирских предприятий автомобильного транспорта. Качественное удовлетворение спроса на городские пассажирские перевозки является одной из составляющих успешного экономического развития города или региона. Повышение качественных показателей транспортного обслуживания приводит к росту себестоимости перевозок и снижению эффективности пассажирского транспорта в целом, особенно в периоды спада пассажиропотоков. Повысить эффективность работы пассажирской транспортной системы в межпиковый период можно путем перехода от интервальной работы в часы "пик" на работу по расписанию в моменты спада пассажиропотока. Работа транспортных средств по расписанию при низкой частоте их движения дает сокращение времени пассажиров в ожидании посадки, увеличение коэффициента наполняемости. При этом обеспечивается соответствие провозных возможностей пассажирского транспорта сформировавшемуся спросу.

Автомобильный транспорт представляет собой отрасль народного хозяйства со сложной и многообразной техникой и технологией, а также специфической организацией и системой управления. Городские перевозки пассажиров автобусами дотируются из бюджета. Поэтому необходимо повысить самоокупаемость и соответственно сократить размеры дотаций на городские перевозки пассажиров. Перед предприятиями, осуществляющими городские пассажирские перевозки, всегда стоит задача оптимизации перевозочной деятельности, достижения ситуации, когда спрос на перевозки совпадал бы с предложением, при минимальных транспортных издержках. С другой стороны, требуется повышение качества обслуживания пассажиров. Повышения качества обслуживания пассажиров и вместе с тем снижения затрат на организацию перевозок можно достичь путем оперативного регулирования метода организации работы подвижного состава на маршрутах.

Основной задачей организации движения городского транспорта является обеспечение наиболее высокого качества пассажироперевозок при минимальной себестоимости. Качество пассажироперевозок оценивают регулярностью движения автобусов, величиной маршрутного интервала, наполнением автобусов, затратами времени населения в поездках, скоростью сообщения и комфортабельностью транспортного обслуживания [1]. Повышение качественных показателей транспортного обслуживания приводит к росту себестоимости пассажироперевозок. Таким образом, требование максимизации качественных показателей пассажироперевозок и минимизации их себестоимости противоречат друг другу. Если к тому же учесть нерегулируемые случайные колебания пассажиропотоков во времени и по длине транспортной сети, неизбежные задержки движения маршрутного пассажирского транспорта при работе в общем потоке дорожного движения, то станет очевидным, что составление оптимального плана

движения представляет собой весьма сложную задачу. План движения с одной стороны, должен быть достаточно напряженным, т. е. должен быть рассчитан на максимальный выпуск автобусов на линию, максимальное полезное использование продолжительности рабочей смены автобусных бригад, реализацию максимальной скорости движения и т. д. Все это будет способствовать снижению себестоимости и повышению качества пассажироперевозок. Но, с другой стороны, в плане движения должны быть заложены достаточные резервы и по выпуску автобусов с учетом возможных их замен на линии, и по скорости движения с учетом необходимости запасов времени на нагон при различных сбоях движения и т. д. [2].

Производительность автобуса является основным обобщающим показателем эффективности использования подвижного состава и определяется по формуле

$$W_q = \frac{q_n \gamma_c \eta_{см}}{t_p}, \quad (1)$$

где q_n – номинальная вместимость автобуса, пас.; γ_c – статический коэффициент использования вместимости; $\eta_{см}$ – коэффициент сменности пассажиров; t_p – время рейса, ч [3].

Для перевозки пассажиров могут быть использованы автобусы различных моделей и вместимости. Однако эффективность использования их далеко не одинакова, если номинальная вместимость не будет соответствовать фактической пассажиронапряженности на маршруте. Использование автобусов малой вместимости при большой мощности пассажиропотоков увеличивает необходимое число транспортных средств, повышает загрузку улиц и потребность в водителях. Применение же автобусов большой вместимости на направлениях с пассажиропотоками малой мощности приводит к значительным интервалам движения автобусов и к излишним затратам времени пассажиров на ожидание. Коэффициент сменности пассажиров – нерегулируемая величина, имеющая случайный характер, следовательно, оперирование данными показателями для повышения эффективности использования не принесет значительного результата.

Для повышения производительности необходимо уменьшать время рейса и повышать степень наполняемости автобусов. Чтобы сократить время рейса необходимо увеличивать скорость сообщения, т. е. увеличивать техническую скорость и уменьшать время простоя на промежуточных остановочных пунктах. Увеличение технической скорости практически невозможно исходя из безопасности дорожного движения, а уменьшение времени простоя на промежуточных остановоч-

ных пунктах вызовет ухудшение качества обслуживания пассажиров.

Следовательно, для повышения производительности необходимо увеличивать коэффициент использования вместимости путем рациональной организации движения автобусов на маршрутах, т. е. в зависимости от пассажиропотока определять необходимое число автобусов состава по часам суток, а также его оптимальную вместимость.

Повысить эффективность работы пассажирской транспортной системы в межпиковый период можно за счет сокращения времени ожидания путем перехода от интервальной работы в часы "пик" на работу по расписанию в моменты спада пассажиропотока.

Задача состоит в определении числа транспортных средств (интервала движения), необходимых для освоения сложившегося пассажиропотока, а также в выборе формы работы (по расписанию или интервалу). Такая задача решается при переходе от внепиковых периодов к пиковым и обратно.

Предлагается в качестве критерия определения момента изменения формы работы принять суммарные затраты, включающие транспортные потери от снижения загрузки транспортной системы, потери пассажиров, связанных с ожиданием поездки, и затраты перевозчика, обусловленные организацией процесса перевозки по различным формам работы.

Зависимость, позволяющая сделать выбор в пользу того или иного способа организации работы подвижного состава на линии, выглядит следующим образом [6]:

$$\begin{aligned} Q_n t_{ож.р} S_{ч.п} + \frac{A_p l_o}{t_o} S_{пер.а} + A_p C_{ч.а} + (A_m - A_p) C_{ч.н} &\leq \\ \leq Q_n t_{ож.и} S_{ч.п} + \frac{A_n l_o}{t_o} S_{пер.а} + A_n C_{ч.а} + (A_m - A_n) C_{ч.н}, & \quad (2) \end{aligned}$$

где Q_n – объем спроса на перевозки на наиболее загруженном участке маршрута, пас.; $t_{ож.р}$, $t_{ож.и}$ – соответственно среднее время ожидания пассажиром посадки при работе по расписанию и интервалу, ч; $S_{ч.п}$ – стоимость одного пассажиро-часа ожидания посадки, руб; A_p и A_n – соответственно число транспортных средств, работающих по расписанию и интервалу; A_m – расчетное число транспортных средств, для работы на маршруте с учетом резерва; l_o – длина оборотного рейса, км; t_o – время оборота на маршруте, ч; $C_{ч.а}$ – постоянные затраты, приходящиеся на час работы транспортного средства, руб/ч; $C_{ч.н}$ – постоянные затраты, приходящиеся на 1 час простоя транспортного средства без работы, руб/ч; $S_{пер.а}$ – пере-

менные затраты, приходящиеся на 1 км пробега транспортного средства при работе на маршруте, руб/км; $C_{и}$ – стоимость информационного обеспечения пассажиров, руб.

Количество транспортных средств, необходимых для перевозки пассажиров, рассчитывается по формуле

$$A_m = \frac{Q_n t_o}{q\gamma} = \frac{t_o}{I}, \quad (3)$$

где q – оптимальная вместимость транспортного средства; γ – коэффициент использования вместимости; I – интервал движения транспортных средств на маршруте [4].

Оптимальное значение пассажироместимости единицы пассажирского транспортного средства определяется формулой [4]:

$$q_{опт} = \sqrt{\frac{2Q_{пч.ср} k_{неp} (l_o a_{км1} + a_{ч1} (l_o / v_{то} + t_{ок}))}{C_{пч} \eta_{см}}}, \quad (4)$$

где $Q_{пч.ср}$ – среднечасовой пассажиропоток на наиболее загруженном участке маршрута по периодам, когда работа транспортных средств на

$$\begin{aligned} Q_{п} \left(t_{ож.п} S_{чп} + \frac{I_0}{q_p \gamma_p} S_{пер.а} + \frac{t_0}{q_p \gamma_p} C_{ч.а} \right) + \left(A_m - \frac{Q_n t_0}{q_p \gamma_p} \right) C_{ч.и} + C_{и} = \\ = Q_{п} \left(\left(\frac{I}{2} + \frac{\sigma_I^2}{2I} \right) S_{чп} + \frac{I_0}{q_{и} \gamma_{и}} S_{пер.а} + \frac{t_0}{q_{и} \gamma_{и}} C_{ч.а} \right) + \left(A_m - \frac{Q_n t_0}{q_{и} \gamma_{и}} \right) C_{ч.и}. \end{aligned} \quad (7)$$

Левая часть неравенства выражает сумму затрат пассажиров, связанных с ожиданием посадки в стоимостном выражении и затрат перевозчика на организацию движения на маршруте по расписанию, а правая – по интервалу.

Если левая часть неравенства меньше либо равна правой, то целесообразна форма организации движения транспортных средств по расписанию, в противном случае эффективнее будет работа по интервалу. Время ожидания посадки при работе по расписанию на маршруте определяется статистическими методами.

В качестве исходных данных для расчетов используются данные обработки статистической ин-

маршруте организована без информирования пассажиров о расписании движения; $k_{неp}$ – коэффициент неравномерности пассажиропотока по участкам маршрута за оборот пассажирского транспортного средства; $a_{км1}$, $a_{ч1}$ – параметры зависимостей; $v_{то}$ – средняя техническая скорость транспортного средства за оборот на маршруте, км; $t_{ок}$ – суммарное время простоя на промежуточных и конечных остановочных пунктах на маршруте за оборот.

В процессе работы под воздействием различных факторов интервал движения может отклоняться от расчетного и тогда фактический интервал $I_{ф}$ и время ожидания $t_{ож.и}$ при работе по интервалу рассчитывается по формулам:

$$I_{ф} = I + \sigma_I^2 / I, \quad (5)$$

$$t_{ож.и} = \frac{I_{ф}}{2} = \frac{I + \sigma_I^2 / I}{2} = \frac{I}{2} + \frac{\sigma_I^2}{2I}, \quad (6)$$

где σ_I^2 – среднее квадратическое отклонение от планового интервала движения [5].

Подставив формулу (3) и (6) в выражение (2), получим:

формации, полученной на реальном объекте в качестве которого была выбрана городская автобусная маршрутная сеть города Гомеля. Результаты исследований показывают, что при работе по расписанию время ожидания поездки при информированности пассажиров составляет в среднем 6 минут [7].

Приведем пример расчета суммы затрат пассажиров, связанных с ожиданием посадки, в стоимостном выражении, и затрат перевозчика на организацию движения на одном из маршрутов по расписанию Z_p и по интервалу $Z_{и}$ в период времени суток с 6-00 до 7-00:

$$\begin{aligned} 339 \cdot \left(6,0 \cdot 767 + \frac{7,3}{160 \cdot 0,75} \cdot 473 + \frac{0,97}{160 \cdot 0,75} \cdot 3679 \right) + \left(3 - \frac{339 \cdot 0,97}{160 \cdot 0,75} \right) \cdot 2527 = Z_p; \\ 339 \cdot \left(\left(\frac{22}{2} + \frac{1,2}{2 \cdot 22} \right) \cdot 767 + \frac{7,3}{160 \cdot 0,75} \cdot 473 + \frac{0,97}{160 \cdot 0,75} \cdot 3679 \right) + \left(3 - \frac{339 \cdot 0,97}{160 \cdot 0,75} \right) \cdot 2527 = Z_{и}. \end{aligned}$$

$$Z_p = 4649000 \text{ руб.}; \quad Z_{и} = 6828000 \text{ руб.}$$

Сравнив затраты, получим:

$$4649000 < 6828000 (Z_p < Z_{и}).$$

Затраты при организации движения по расписанию меньше затрат при организации движения

по интервалу, следовательно, в период времени суток с 6-00 до 7-00 оптимальной является организация движения автобусов по расписанию. На рисунке 1 представлена графическая интерпретация зависимости (7).

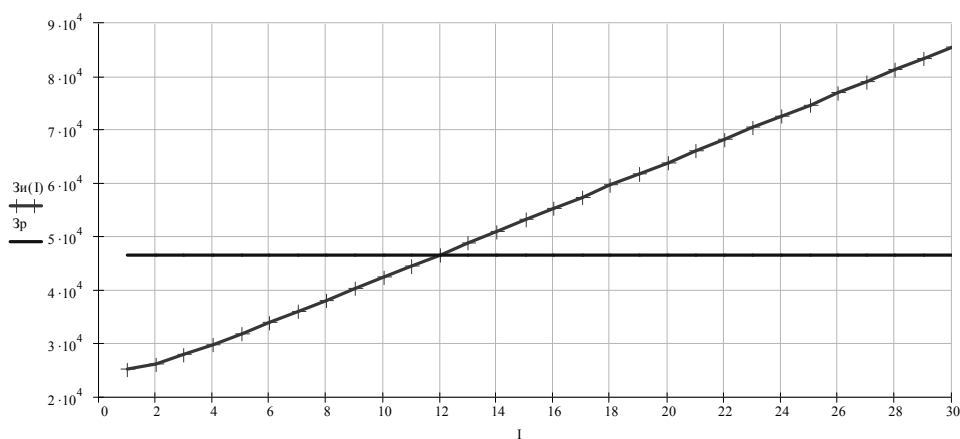


Рисунок 1 – Зависимость суммарных затрат при организации работы по расписанию Z_p и по интервалу Z_n от интервала движения автобусов на маршруте

Расчеты по предложенным зависимостям сумм затрат пассажиров, связанных с ожиданием посадки, в стоимостном выражении, затрат перевозчика на организацию движения на маршруте по расписанию Z_p и по интервалу Z_n и анализ графиков, представленных на рисунке 1, говорят о целесообразности интервальной системы организации работы автобусов на маршруте при интервале движения транспортных средств до 12 минут включительно. Также было установлено, что момент перехода с одного режима движения на другой не зависит от стоимостной оценки потерь пассажиров в ожидании посадки.

Таким образом, было определено условие для выбора рациональной формы организации работы на маршруте. Работа транспортных средств на маршрутах города Гомеля по расписанию, при интервале движения свыше 12 минут, дает сокращение потерь времени пассажиров в ожидании посадки, увеличение коэффициента наполняемости, а также сокращение затрат на организацию перевозки. При этом обеспечивается более высокий уровень качества обслуживания пассажиров, соответствие провозных возможностей пассажирского транспорта сформировавшемуся спросу. Применение результатов работы в практической деятельности обес-

печит увеличение выручки, снижение себестоимости перевозок и сокращение длительности времени доставки пассажира.

Список литературы

- 1 **Аррак, А. О.** Развитие и эффективность пассажирских перевозок / А. О. Аррак. – Таллин, 1981. – 258 с.
- 2 **Гудков, В. А.** Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. – М.: Транспорт, 1997. – 254 с.
- 3 **Спирин, И. В.** Городские автобусные перевозки. – М.: Транспорт, 1991. – 238 с.
- 4 **Седюкевич, В. Н.** Выбор вместимости транспортных средств для городских перевозок пассажиров в регулярном сообщении / В. Н. Седюкевич, С. В. Скирковский // Материалы XI международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2005. – С. 199 – 202.
- 5 **Ефремов, И. С.** Теория городских пассажирских перевозок. – М.: Высшая школа, 1980. – 450 с.
- 6 **Скирковский С. В.** Совершенствование системы управления городским пассажирским транспортом / С. В. Скирковский // Наука – образованию, производству, экономике: материалы международной научно-технической конференции. – Мн.: УП "Технопринт", 2003. – Т.1. С. 261 – 265.
- 7 **Скирковский, С. В.** Исследование закономерностей движения автобусов и времени ожидания поездки / С. В. Скирковский // Коммунальное хозяйство городов: научно-технический сборник. Вып. 69. Серия "Технические науки и архитектура". – Киев: Техника, 2006. – С. 254 – 257.

Получено 24.01.2006

S. V. Skirkovskij. Increase of efficiency of urban transportation of passengers by buses.

Now the economic condition of the passenger motor transportation enterprises cannot be named satisfactory. The deterioration of a rolling stock, repair base, discrepancy of structure of park of a rolling stock to the developed demand for transportations and the irrational organization of transportation process are characteristic attributes of operating conditions of the passenger enterprises of motor transport. The qualitative satisfaction of demand for city passenger transportations is one of components of successful economic development of city or region. Increase of quality indicators of transport service leads to growth of the cost price of transportations and decrease in efficiency of passenger transport as a whole, especially during the periods of recession of volumes of passenger traffic. To raise an overall performance of passenger transport system during the interpeak period it is possible by transition from interval work at o'clock "peak" for work under the schedule during the moments of recession of a volume of passenger traffic. Work of vehicles under the schedule at low frequency of their movement gives reduction of time of passengers pending landing, increase in factor наполняемости. Thus conformity провозных opportunities of passenger transport to the generated demand is provided.