

УДК 656.13

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ

Скирковский С.В.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одной из причин малоэффективной работы городского наземного пассажирского транспорта является несовершенство сложившейся системы управления. Существующая система управления пассажирским городским транспортом не стимулирует работу большей части перевозчиков по снижению затрат и повышению качества обслуживания пассажиров. Все это обуславливает необходимость совершенствования управления городскими перевозками пассажиров.

Система управления городским пассажирским транспортом функционирует на двух этапах:

- 1) предварительная организация перевозок;
- 2) текущее выполнение перевозок.

На первом этапе производится разработка маршрутной сети, а также выбор транспортных средств и определение их числа для работы на маршрутах. При этом должны решаться следующие задачи:

получение информации об объемах перевозок пассажиров и пассажиропотоках; формирование рациональной маршрутной сети; координация работы различных видов транспорта; нормирование скоростей и режимов движения на маршрутах; принятие тарифных схем; расчет технико-эксплуатационных и технико-экономических показателей работы перевозчиков.

Реализация функций на втором этапе обеспечивает функционирование разработанной системы перевозок пассажиров:

— заключение договоров с перевозчиками на обеспечение перевозок на маршрутах; определение величин тарифов; определение числа пассажирских транспортных средств для работы на маршрутах по сезонам года, часам суток и дням недели; разработка расписания движения пассажирских транспортных средств; доведение информации до пассажиров; контроль за техническим состоянием пассажирских транспортных средств, работающих на маршруте; контроль за регулярностью движения пассажирских транспортных средств; диспетчеризация движения пассажирских транспортных средств для компенсации воздействия на систему перевозок внешних и внутренних факторов.

Внешними факторами, влияющими на устойчивость перевозочного процесса, являются: изменение спроса на перевозки во времени, по направлениям и участкам маршрутов; изменение условий движения за счет колебаний интенсивности движения транспортных средств во времени на уличной дорожной сети; регулирование дорожного движения; природно-климатические условия и др.

Большое влияние на организацию перевозок пассажиров и повышение эффективности использования пассажирского транспорта оказывает неравномерность распределения пассажиропотоков во времени. Колебания пассажиропотоков по часам суток связаны с режимом работы предприятий и организаций, учебных заведений, организаций культурно-бытового назначения. Значительную утреннюю и вечернюю пассажиронапряженность создают трудовые поездки населения между промышленными районами и жилыми массивами в данный отрезок времени. В будние дни имеет место два пиковых периода. Первый (утренний) характеризуется небольшой продолжительностью (1,5–2 ч) и высокой напряженностью. Второй (вечерний) менее напряженный и более продолжительный по времени. В пиковые периоды при недостаточной провозной способности на маршруте происходит переполнение пассажирских транспортных средств. В этом случае коэффициент наполняемости достигает 1,2, что снижает качество перевозок пассажиров.

Во внепиковый период наблюдается значительный спад пассажиропотоков. В это время преобладают деловые и культурно-бытовые поездки населения. Межпиковое время без принятия должных мер вызывает снижение эффективности использования транспортных средств, значительное увеличение интервалов их движения и, как следствие, увеличение времени ожидания пассажирами посадки и, соответственно, длительности поездки.

Другая ситуация наблюдается в выходные и праздничные дни, когда происходит постепенный рост пассажиропотоков до 11–12 часов дня и затем постепенное уменьшение.

Колебания пассажиропотоков носят случайный, но закономерный характер. Изменение величины пассажиропотока по часам суток, дням недели и месяцам (сезонам) года может быть описано рядом Фурье и другими зависимостями:

$$Z(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^{h_1} \left(b_{1,i} \sin \frac{2\pi it}{24} + a_{1,i} \cos \frac{2\pi it}{24} \right) + \sum_{i=1}^{h_2} \left(c_{2,i} \left(7 \left\{ \frac{t}{168} \right\} \right)^i \right) + \sum_{i=1}^{h_3} \left(b_{3,i} \sin \frac{2\pi it}{2184} + a_{3,i} \cos \frac{2\pi it}{2184} \right), \quad (1)$$

где $b_{1,i}, b_{3,i}, a_{1,i}, a_{3,i}$ — коэффициенты многочлена Фурье; $c_{2,i}$ — коэффициент степенного многочлена i -й степени; h_1 — порядок многочлена Фурье; h_2 — порядок степенного многочлена; t — текущее значение календарного времени с отчетом от начала года в часах; 24, 168, 2184 — периоды колебаний спроса на перевозки соответственно суточный, недельный и сезонный; $\{t/168\}$ — дробная часть, получаемая в результате деления.

Проверка адекватности уравнения экспериментальным данным производится по критерию Фишера. Пользуясь предложенной зависимостью, можно спрогнозировать величину пассажиропотока в конкретный момент времени, что позволит принять адекватное решение.

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. Однако до настоящего времени нет научно обоснованной методики определения момента перехода с интервальной формы организации движения транспортных средств на маршруте перевозок пассажиров на организацию движения по расписанию и наоборот.

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

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

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

$$\begin{aligned} Q_n t_{\text{ож.р}} S_{\text{ч.п}} + \frac{A_p l_0}{t_0} S_{\text{пер.а}} + A_p C_{\text{ч.а}} + (A_n - A_p) C_{\text{ч.н}} &\leq \\ \leq Q_n t_{\text{ож.и}} S_{\text{ч.п}} + \frac{A_n l_0}{t_0} S_{\text{пер.а}} + A_n C_{\text{ч.а}} + (A_n - A_n) C_{\text{ч.н}}, \end{aligned} \quad (2)$$

где Q_n — объем спроса на перевозки на наиболее загруженном участке маршрута, пасс; $t_{\text{ож.р}}$, $t_{\text{ож.и}}$ — соответственно среднее время ожидания пассажиром посадки при работе по расписанию и интервалу, ч; A_n и A_p — соответственно количество транспортных средств, работающих по расписанию и

интервалу; A_m — расчетное количество транспортных средств, для работы на маршруте с учетом резерва; l_o — длина оборотного рейса, км; t_o — время оборота на маршруте, ч; $S_{ч.п}$ — стоимость одного пассажиро-часа ожидания посадки, руб; $C_{ч.а}$ — постоянные затраты, приходящиеся на час работы транспортного средства, руб/ч; $C_{ч.н}$ — постоянные затраты, приходящиеся на час простоя транспортного средства без работы, руб/ч; $S_{пер.а}$ — переменные затраты, приходящиеся на 1 км пробега транспортного средства при работе на маршруте, руб/км.

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 — вместимость транспортного средства; γ — коэффициент использования вместимости; I — интервал движения транспортных средств на маршруте.

В процессе работы под воздействием различных факторов интервал движения может отклоняться от расчетного и тогда фактический интервал I_ϕ рассчитывается по формуле (1):

$$I_\phi = I + \sigma_1^2 / I, \quad (4)$$

где σ_1^2 — среднеквадратическое отклонение от планового интервала движения.

Время ожидания при работе по интервалу (1):

$$t_{ож.и} = \frac{I_\phi}{2} = \frac{I + \sigma_1^2 / I}{2} = \frac{I}{2} + \frac{\sigma_1^2}{2I}, \quad (5)$$

Подставив формулу (3) и (5) в выражение (2) получим

$$\begin{aligned} Q_n(t_{ож.п} S_{ч.п} + \frac{l_o}{q_p \gamma_p} S_{пер.а} + \frac{t_o}{q_p \gamma_p} C_{ч.а}) + (A_m - \frac{Q_n t_o}{q_p \gamma_p}) C_{ч.н} = \\ = Q_n((\frac{I}{2} + \frac{\sigma_1^2}{2I}) S_{ч.п} + \frac{l_o}{q_n \gamma_n} S_{пер.а} + \frac{t_o}{q_n \gamma_n} C_{ч.а}) + (A_m - \frac{Q_n t_o}{q_n \gamma_n}) C_{ч.н}, \end{aligned} \quad (6)$$

где γ_n и γ_p — соответственно коэффициент использования вместимости при работе по интервалу и по расписанию; q_n и q_p — соответственно вместимость подвижного состава, работающего по интервалу и расписанию.

Левая часть неравенства выражает стоимость затрат пассажиров, связанные с ожиданием посадки и затраты перевозчика при организации движения на маршруте по расписанию, а правая — по интервалу.

Время ожидания посадки при работе по расписанию на маршруте определяется статистическими методами.

Если левая часть неравенства меньше правой, то целесообразна форма организации движения транспортных средств по расписанию, в противном случае эффективнее будет работа по интервалу. Если обе части неравенства равны, то нет разницы в форме организации работы транспортных средств на маршруте.

Таким образом, нами установлено условие для выбора оптимальной формы организации движения на маршруте. При этом обеспечивается соответствие провозных возможностей пассажирского транспорта сформированному спросу.

Литература:

1. Спириин И.В. Городские автобусные перевозки. — М.: Транспорт, 1991. — 238 с.

УДК 656.13

РАЗРАБОТКА НОВОЙ РЕДАКЦИИ ПРАВИЛ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ

Седюкевич В.Н. Скирковский С.В.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

При разработке новой редакции Правил автомобильных перевозок пассажиров в качестве цели приняты:

- повышение качества обслуживания пассажиров;
- повышение безопасности перевозок;
- повышение эффективности работы автомобильных перевозчиков.

С целью повышения качества обслуживания пассажиров в Правилах установлены требования точности исполнения расписания: при городских и пригородных перевозках по прибытию на остановочный пункт не ранее чем на 3 минуты и не позже чем на 5 минут относительно расписания; при междугородных перевозках по прибытию на остановочный пункт не ранее чем на 5 минут и не позже чем на 10 минут относительно расписания и по отправлению не ранее чем по расписанию.

Установлено также, что при маршрутных перевозках необходимо обеспечивать движение строго по маршруту с посадкой-высадкой пассажиров в