

КАЧЕСТВО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В статье разработана методика определения максимально возможного наполнения подвижного состава. В разработанной методике значение максимально возможного наполнения предлагается определять по средствам среднего за рабочий день коэффициента использования вместимости. Получена расчетная зависимость для определения коэффициента использования вместимости подвижного состава транспорта общего пользования от программы перевозок и скорости сообщения на маршруте. Предложены показатели коэффициент неравномерности пикового часа программы перевозок и коэффициент неравномерности скорости сообщения.

Ключевые слова: наполнение подвижного состава, коэффициент использования вместимости, коэффициент неравномерности, программа перевозок.

The paper developed a method of determining the maximum possible filling of the rolling stock. In the developed method maximum possible value is proposed to determine the content of the average assets per working day of capacity utilization. Calculated dependence is obtained for determining the capacity utilization of rolling stock for public transport of traffic from the program and the speed of communication on the route. The parameters of the coefficient of irregularity of the peak traffic hours of the program and the coefficient of irregularity of the speed message.

Keywords: filling the rolling stock, capacity utilization, the coefficient of irregularity, the program operations.

Введение. В настоящее время во многих случаях оценка качества программы перевозок пассажиров по городским регулярным маршрутам осуществляется на основе средних показателей за рабочий день.

Одним из важнейших показателей, определяющим качество транспортного обслуживания населения, является коэффициент использования вместимости подвижного состава. Данный параметр обуславливает экономическую эффективность эксплуатации подвижного состава: для перевозчика желательно, чтобы значение коэффициента использования вместимости принимало максимальное значение. Эту цель можно получить за счет увеличения интервала движения транспортных средств по маршруту. Однако, вследствие конкуренции маршрутов на транспортной сети перевозчиком достаточно редко применяется данный способ повышения экономической эффективности маршрута. Чаще перевозчик выбирает стратегию использования подвижного состава меньшей вместимости, что позволяет за счет уменьшения интервала движения по маршруту получить «дополнительное» количество перевезенных пассажиров за счет конкурирующих маршрутов.

Степень использования вместимости транспортных средств также учитывается при назначении пассажирских тарифов, которые в настоящее время регулируются региональными органами государственной власти. При этом задача решается как отношение расходов на 1 км пробега транспортного средства по маршруту к количеству перевезенных пассажиров, приходящихся на данный км, т.е. пассажирский тариф может быть определен следующим образом:

$$Ц_B = (C_{км} \cdot l_{cp}) / (q_n \cdot \gamma), \text{ где:}$$

$Ц_B$ - тариф (стоимость проезда 1 пассажира), руб. за 1 поездку;

$C_{км}$ - стоимость 1 км пробега транспортного средства по маршруту, руб./км;

l_{cp} - среднее расстояние поездки пассажира, км;

q_n - общая вместимость автобуса, пасс.;

γ - коэффициент использования вместимости.

Постановка задачи. Таким образом, возникает задача определения среднего значения коэффициента использования вместимости подвижного состава городского пассажирского транспорта общего пользования в среднем за рабочий день.

Рассмотрим метод определения среднего за рабочий день коэффициента использования вместимости подвижного состава.

Метод решения задачи. Коэффициент использования вместимости рекомендуется [2] в часы пик предусматривать для наиболее напряженных участков маршрута в пределах 0,7 – 0,8, а в среднем за день работы транспорта – не более 0,3. (30% использования вместимости транспортного средства). Однако до настоящего времени не доказано, как влияют параметры программы перевозок на значение данного показателя на наиболее напряженном участке маршрута в пиковые периоды перевозок.

Таким образом, предположим, что программа перевозок построена так, чтобы выполнить условие: на наиболее напряженном участке маршрута в пиковые периоды количество пассажиров в транспортном средстве не превышает его вместимость. Определим средний коэффициент использования вместимости за рабочий день, а так же рассмотрим как он зависит от других технико-эксплуатационных показателей подвижного состава.

Использование вместимости на наиболее напряженном участке маршрута определяется посредством коэффициента статического использования вместимости ($\gamma_c = q/q_n$), который определяется как отношение фактического количества пассажиров в транспортном средстве к его номинальной вместимости.

Таким образом, коэффициент использования вместимости на наиболее напряженном участке маршрута:

$$\gamma_{\max} = q_{\max} / q_n \leq 1.$$

Интенсивность пассажирских потоков нестационарна во времени. Определение параметров пассажирских потоков (например, по результатам их обследования) обычно осуществляют по часам суток. Например, на рис. 1 приведена динамика количества перевезенных пассажиров по часам суток.

Для предотвращения превышения вместимости транспортного средства необходимо, чтобы в пиковый период интенсивность пассажирского потока на наиболее напряженном участке маршрута не превышала суммарного количества пассажиро-мест транспортных средств, проходящих через данный участок, которое определяется как сумма номинальных вместимостей транспортных средств, проходящий через наиболее напряженный участок маршрута за время Δt :

$$Q_{\Delta t}^m = \sqrt{q_n}$$

Как упоминалось выше, интенсивность пассажирских потоков дифференцируют по часам суток. Для предотвращения превышения вместимости транспортных средств в расчетах на основе часовых интенсивностей в пиковые периоды следует учесть внутричасовые колебания пассажирских потоков. Колебания пассажиропотоков внутри часовых периодах определяются посредством коэффициента внутричасовой неравномерности пассажиропотока, который рассчитывается следующим образом. Час подразделяется на несколько расчетных периодов (Δt) и рассчитывается коэффициент отклонения наибольшего количества пассажиров от среднего:

$$k_q = q_{\max}^q / q_{\text{ср}}^q ,$$

где:

q_{\max}^q - максимальное количество пассажиров за Δt ;

$q_{\text{ср}}^q$ - среднее количество пассажиров.

Для наземного пассажирского транспорта Москвы коэффициент внутричасовой неравномерности находится в пределах от 1,1 до 1,4 [1]. По результатам обследования пассажирских потоков 2006 года при $\Delta t=12$ минут коэффициент внутричасовой неравномерности в среднем для маршрутов г. Красноярска равен 1,1.

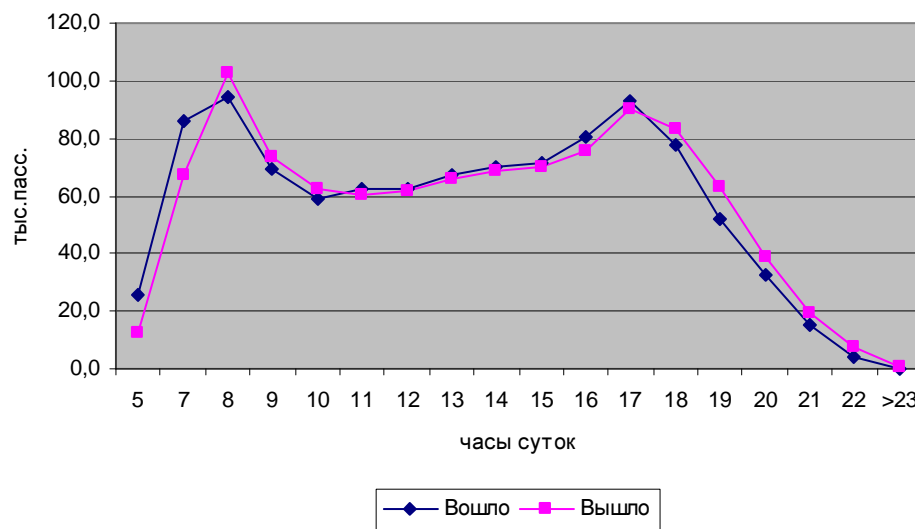


Рис. 1. Динамика количества перевезенных пассажиров по часам суток (автобус)

Между максимальным количеством пассажиров (на наиболее напряженном участке маршрута) и средним количеством пассажиров за рейс имеется следующее соотношение [1]:

$$q_{\max} = q_{\text{ср}} * k_m ,$$

где:

k_m - коэффициент неравномерности распределения транспортной нагрузки по длине маршрута;

$q_{\text{ср}}$ - среднее количество пассажиров в транспортном средстве за рейс.

$$q_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^{n-1} q_i / (n-1) ,$$

где:

q_i - количество пассажиров в транспортном средстве на i -м перегоне (на остановочном пункте после окончания операции посадки-высадки);

n – количество остановочных пунктов маршрута.

Между $q_{\text{ср}}$ и количеством перевезенных пассажиров за рейс существует следующее соотношение:

$$Q_p = q_{\text{ср}} * k_{\text{см}} ,$$

где:

$k_{см}$ - коэффициент сменности пассажиров в транспортном средстве.

Таким образом, средний коэффициент использования вместимости за рейс:

$$\gamma_{ср} = \gamma_{max} / k_{м}.$$

Чтобы определить коэффициент использования вместимости в среднем за оборот, необходимо учесть коэффициент неравномерности по направлениям маршрута, который рассчитывается следующим образом:

$$k_{нм} = q_{ср}^{max} / q_{ср}^{об},$$

где:

$q_{ср}^{max}$ - среднее количество пассажиров в более напряженном направлении;

$q_{ср}^{об}$ - среднее количество пассажиров в транспортном средстве за оборот.

Таким образом, средний коэффициент использования вместимости за рейс не может превышать:

$$\gamma_{ср} \leq \frac{1}{k_{ч} * k_{м} * k_{нм}}$$

По результатам обследования пассажирских потоков 2006 года в среднем для сети автобуса общего пользования г. Красноярска коэффициент внутричасовой неравномерности пассажирских потоков ($k_{ч}$) равен 1,1, неравномерности распределения транспортной нагрузки по длине маршрута ($k_{м}$) – 1,9, неравномерности по направлениям маршрута ($k_{нм}$) – 1,16. Следовательно, максимально возможный коэффициент использования вместимости за один оборот по маршруту не может быть выше 0,41.

Интенсивность движения транспортных средств по маршрутам в течение дня работы транспорта зависит не только от пассажирских потоков, но и от других факторов, например, установленного максимального интервала, переходных процессов (начала и окончания работы), ограничений режима труда и отдыха водителей и т.д.

Будем считать, что в пиковые периоды на маршруте работает наибольшее число подвижного состава. В межпиковые периоды количество подвижного состава на маршруте уменьшается, экипажам предоставляются отстои и обеденные перерывы. Очевидно, что средний коэффициент использования вместимости обуславливается программой перевозок, т.к. общим количеством рейсов, которое будет выполнено по маршруту за рабочий день. Предположим, что программа составлена таким образом, что во внепиковые периоды не превышает допустимая вместимость подвижного состава.

Соотношение между количеством перевезенных пассажиров в пиковый час суток и среднечасовым определяется посредством коэффициента неравномерности по часам, который рассчитывается как [1]:

$$k_{ч} = Q_{пик}^ч / Q_{ср}^ч,$$

где:

$Q_{пик}^ч$ - количество перевезенных пассажиров час пик;

$Q_{ср}^ч$ - среднее количество перевезенных пассажиров за час.

Поскольку коэффициент использования вместимости пропорционален количеству перевезенных пассажиров, зависимость среднего коэффициента использования вместимости от программы перевозок определим через коэффициент неравномерности для часа

программы перевозок. Программу перевозок будем оценивать через среднее время работы на маршруте. Коэффициент неравномерности пикового часа программы перевозок рассчитаем следующим образом:

$$k_{\text{пс}} = \frac{Q^{\text{ч}}_{\text{пик}} * \bar{t}_{\text{нс}}}{Q},$$

где:

$\bar{t}_{\text{нс}}$ - среднее время работы транспортной единицы, час.;

Q – общий объем перевозок пассажиров.

Далее, рассчитав коэффициент неравномерности перевозок в час пик для разных вариантов программы перевозок, можно определить средний коэффициент использования вместимости за рабочий день:

$$\bar{\gamma}_{\text{ср}} = \gamma_{\text{ср}} / k_{\text{пс}},$$

В табл. 1 и на рис. 1 приведена зависимость среднего коэффициента использования вместимости за день работы транспорта от среднего времени работы подвижного состава, полученная по результатам обследования пассажирских потоков г. Красноярск в 2006 г.). Из табл. 1 видно, что среднее время работы подвижного состава на линии (при условии его использования в обоих пиковых периодах) не может быть менее 10 часов. Иначе в межпиковые периоды качество транспортного обслуживания будет ниже установленных ограничений по использованию вместимости подвижного состава.

Таблица 1 – Зависимость среднего коэффициента использования вместимости за день работы транспорта от среднего времени работы подвижного состава (для условий г. Красноярск)

Среднее время работы транспортной единицы, час.	Коэффициент неравномерности пикового периода	Средний коэффициент использования вместимости за рабочий день
10	1,01	0,41
11	1,11	0,37
12	1,21	0,34
13	1,31	0,31
14	1,41	0,29
15	1,51	0,27

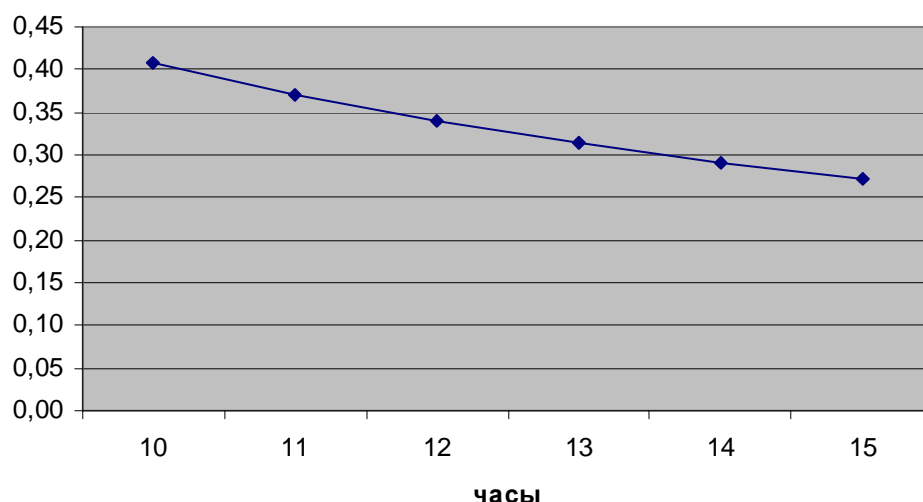


Рис. 1 – Зависимость среднего коэффициента использования вместимости за день работы транспорта от среднего времени работы подвижного состава

Зависимость, приведенная на рис. 1, получена без учета изменения скорости движения транспортных средств в разные периоды суток. Известно, что в пиковые периоды скорость движения подвижного состава существенно ниже по сравнению со средней за рабочий день. Сегодня при нормировании и планировании перевозок данный фактор учитывается редко. Для решения данной задачи предлагается использовать коэффициент неравномерности скорости сообщения:

$$k_v = V_{\text{пик}} / \bar{V},$$

где:

$V_{\text{пик}}$ - скорость сообщения в час пик;

\bar{V} - средняя скорость сообщения за день работы пассажирского транспорта.

Таким образом, средний коэффициент использования вместимости подвижного состава на маршруте за день работы предлагается определять следующим образом:

$$\bar{\gamma}_{cp} = \gamma_{cp} / k_{\text{пс}} / k_v.$$

Заключение. Получена расчетная зависимость для определения коэффициента использования вместимости подвижного состава транспорта общего пользования от программы перевозок и скорости сообщения на маршруте. Предложены показатели коэффициент неравномерности пикового часа программы перевозок и коэффициент неравномерности скорости сообщения.

Литература:

1. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов / Ефремов И. С, Кобозев В. М., Юдин В. А. — М.: Высш. школа, 1980. — 535 с.
2. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом: Справочное пособие. — М: ИКЦ «Академкнига», 2004. — 413 с.