

ТРАНСПОРТ

УДК 656.13

А. Н. Дудников, канд. техн. наук, С. А. Легкий, канд. экон. наук, А. В. Ветров
Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ГОРОДСКИХ МАРШРУТОВ, УЧИТЫВАЮЩАЯ ТЯГОВУЮ И ТОРМОЗНУЮ ДИНАМИЧНОСТЬ АВТОБУСОВ

Проведен анализ существующих методик выбора подвижного состава для городских пассажирских перевозок. Предложена методика выбора подвижного состава, учитывающая аналитическую связь между значением вместимости автобуса и значениями максимальной мощности его двигателя и коэффициента эффективности работы его тормозной системы.

***Ключевые слова:** методика выбора подвижного состава, автобус, маршрут городской, динамичность тяговая*

Постановка проблемы

Качество транспортного обслуживания пассажиров в городах определяется такими показателями, как интервал движения автобусов, их вместимость, скорость передвижения, безопасность движения и т. д. Поэтому выбор подвижного состава, как правило, осуществляют с учетом оптимального интервала движения и мощности пассажиропотока. При этом технические характеристики выбираемого подвижного состава не учитываются, а они также оказывают весомое влияние на качество транспортного обслуживания пассажиров. Поэтому проблема разработки методики выбора подвижного состава для городских маршрутов, учитывающая тяговую и тормозную динамичность автобусов является актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций

Методика выбора подвижного состава, согласно которой предполагаются следующие мероприятия разработана в [1]. По цифрам о пассажирообороте по соответствующим маршрутам перевозок рассчитывают необходимую для реализации транспортной работы среднюю вместимость единицы подвижного состава. Распределение объема перевозок в графическом виде по маршрутам совмещают со значениями вместимости подвижного состава так, чтобы средняя расчетная вместимость единицы совпадала со средним пассажиропотоком на маршруте в целом.

В расчете используются критерии [1–8] определения необходимых минимальных и максимальных интервалов движения подвижного состава на маршрутах. Используя величину требуемого пассажиропотока на маршруте, средней вместимости подвижного состава и интервала движения, рассчитывают пассажирооборот, обеспечиваемый автобусами с искомой средней расчетной вместимостью. Далее по методике устанавливают тип подвижного состава. В условиях расчета для маршрутных сетей есть возможность определить вместимость подвижного состава для других маршрутов перевозочного процесса, расположенных на границах минимальных и максимальных интервалов движения. Это позволяет обосновать следующий и последующие типы подвижного состава до полного исключения всех разрывов границ удельного пассажирооборота.

Методика [1] обеспечивает возможность распределить подвижной состав по маршрутам с учетом их удельного пассажирооборота, а также рассчитать количество подвижного

состава разной вместимости для них. В методике указано, что в городах первой – четвертой групп населенности перевозки должны осуществляться при средней вместимости транспортных средств 65–90 пассажиров (таблица 1).

Таблица 1 – Расчеты вместимости подвижного состава для городов разных групп населенности [1]

Группа городов	Численность населения, тыс. чел.	Средняя вместимость единицы подвижного состава, мест
1	свыше 1000	120–130
2	от 500 до 1000	90–100
3	от 250 до 500	75–80
4	от 100 до 250	65–70
5	от 50 до 100	45–50

Предполагается, что транспортные средства малой вместимости по своему количеству должны формировать объем не более 20 % от общего количества автобусов и указанная цифра уменьшается в соответствии с увеличением населенности города. Отмеченная тенденция компенсируется соответствующим увеличением объема подвижного состава большой вместимости [2–4].

Для пятой группы населенности городов в качестве подвижного состава рекомендуется использовать практически только автобусы. Автобусы различной вместимости рекомендуется также применять для городов четвертой и третьей групп населенности. Для городов первой и второй групп населенности возможно использование различных видов подвижного состава. В данном случае определяющим является значение пассажирооборота.

В методике [1] основной величиной, определяющей возможность расчета количества подвижного состава на конкретном маршруте, является транспортная работа по соответствующим маршрутам. Искомая вместимость подвижного состава маршрутов определяется удельным пассажирооборотом на них. Рассмотренная методика может применяться в рамках широких проектов по градостроению и совершенствованию маршрутных сетей.

Таким образом, выбор подвижного состава для городских пассажирских перевозок по пассажироместимости в современных условиях осуществляют на базе двух характеристик: численности населения города и среднего пассажиропотока на предполагаемом маршруте. Технические характеристики выбираемого подвижного состава не учитываются, а именно они определяют качество работы подвижного состава на маршруте.

Целью исследования является разработка методики выбора подвижного состава для городских маршрутов, учитывающая тяговую и тормозную динамичность автобусов.

Изложение основного материала исследования

С учетом известных разработок [4, 5] проведем некоторые преобразования с формулами расчета количества подвижного состава, времени оборота и значения технической скорости:

$$A_m = \frac{Q_{\max} \cdot T_{об}}{60 \cdot q}; \quad (1)$$

$$q = \frac{Q_{\max} \cdot T_{об}}{A_m \cdot 60}, \quad (2)$$

где A_m – необходимое количество автобусов, ед.;

Q_{\max} – максимальный пассажиропоток на маршруте, пасс.;

$T_{об}$ – время оборота, мин;

q – номинальная вместимость автобуса, пасс.

Время оборота рассчитаем по формуле [9]:

$$T_{об} = \frac{L_m \cdot 60}{V_m} + n_{но} \cdot t_{но} + t_{ко}, \quad (3)$$

где 60 – переводной коэффициент (минуты в часы);

V_m – техническая скорость автобуса, км/ч;

$n_{но}$ – число промежуточных остановок, ед.;

$t_{но}$ – время простоя на промежуточных остановках, мин.;

$t_{ко}$ – время простоя на конечных остановках, мин.

Подставим значение длительности оборота на автобусном маршруте в формулу (2) с учетом известной формулы для расчета технической скорости автобуса, константы в формуле соответствуют маятниковому маршруту:

$$q = \frac{Q_{\max}}{A_m} \cdot \left(\left(\sum t_1 + \sum t_3 + \sum t_4 \right) + \left(\sum t_2 + \sum t_5 \right) + \frac{n_{но} \cdot t_{но} + t_{ко}}{60} \right), \quad (4)$$

где t_1 – время, потраченное на разгон автобуса;

t_2 – время движения автобуса с постоянной скоростью по перегону маршрута;

t_3 – время, потраченное на замедление автобуса;

t_4 – время, потраченное на торможение автобуса;

t_5 – время, затрачиваемое автобусом на кратковременные остановки, связанные с организацией дорожного движения (пешеходные переходы, светофоры и т. д.).

Формула (4) формирует однозначную связь между максимальной вместимостью салона автобуса на маршруте и значениями времени t_1 – потраченного на разгон автобуса, t_3 – потраченного на замедление автобуса и t_4 – потраченного на торможение автобуса.

Последовательно рассмотрим формализацию значений времени t_1 , t_3 , t_4 .

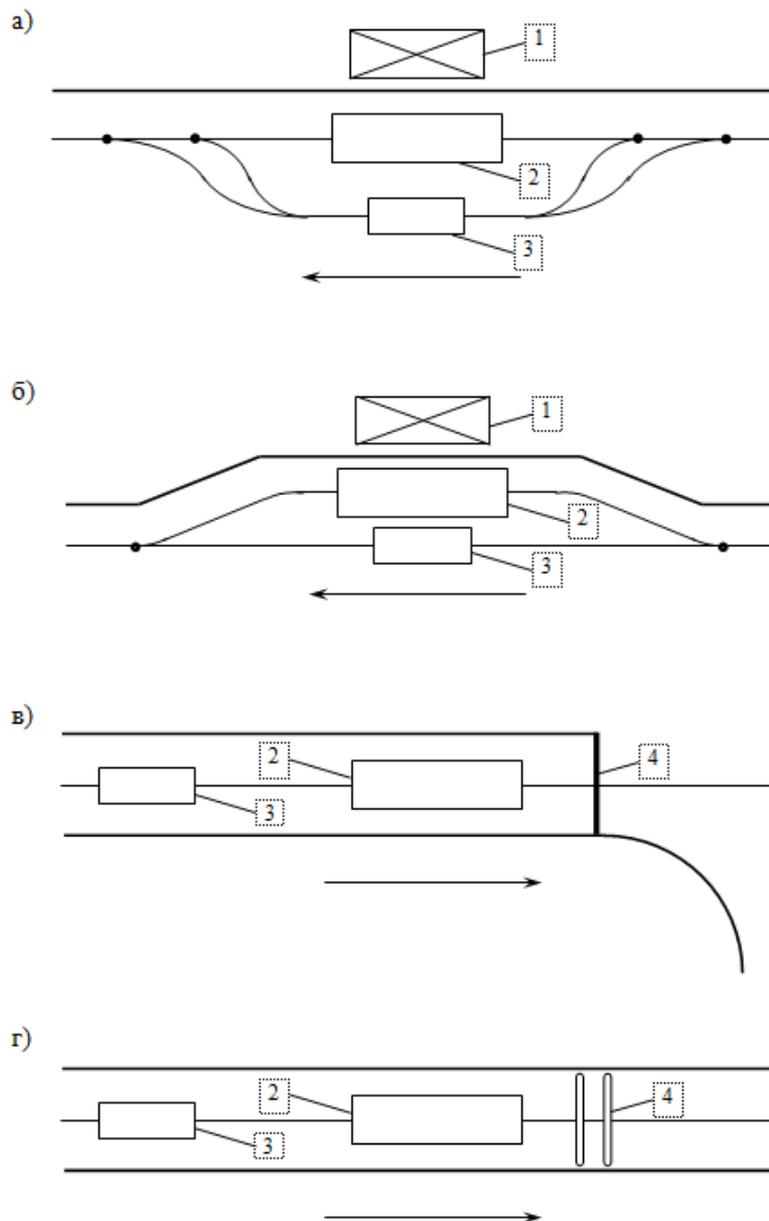
Предварительно необходимо рассмотреть причинно-следственные связи по формированию процессов разгона и торможения автобусов при работе на линии. Указанные процессы определяются тремя аспектами:

- количеством остановок и препятствий на протяжении маршрута;
- протяженностью перегонов между остановками и препятствиями на маршруте;
- величиной скорости движения автобуса по перегонам на маршруте.

Рассмотрим типичные варианты остановок и препятствий на протяжении маршрута на рисунке 1, где показаны два варианта классической организации остановок автобусов – у края проезжей части и в заездном кармане, а также два варианта препятствия в виде необходимости проезда перекрестков и устройств принудительного снижения скорости.

Значение времени t_1 , потраченного на разгон автобуса, определяет его тяговую динамичность. Тяговая динамичность характеризует способность автобуса производительно выполнять транспортные функции [9]. Чем динамичнее автобус, тем он способен быстрее разгоняться и двигаться с более высокой скоростью в разнообразных условиях движения.

Повышение тяговой динамичности возможно за счет увеличения удельной мощности двигателя и улучшения его приемистости, что достигается уменьшением массы автомобиля, улучшением его обтекаемости, совершенствованием конструкции двигателя, трансмиссии и ходовой части. Автобус, обладающий относительно более высокой тяговой динамичностью, в реальных дорожных условиях обладает большим запасом мощности, который может расходоваться на преодоление дорожных сопротивлений и на разгон.



- а) организация остановочного пункта у края проезжей части; б) организация остановочного пункта в заездном кармане; в) препятствие на маршруте в виде необходимости проезда перекрестка; г) препятствие на маршруте в виде необходимости проезда устройств принудительного снижения скорости; 1 – павильон остановочного пункта; 2 – автобус; 3 – транспортное средство потока; 4 – элементы препятствия, требующие снижения скорости автобуса

Рисунок 1 – Типичные варианты остановок и препятствий на протяжении маршрута

Процесс разгона автобуса до определенного значения скорости с полностью остановленного положения можно охарактеризовать с применением понятия кинетической энергии автобуса:

$$K_{ав} = \frac{m_{ав} \cdot V_{дв}^2}{2}, \quad (5)$$

где $K_{ав}$ – объем кинетической энергии автобуса, который необходимо ему сообщить, для разгона до скорости $V_{дв}$, Дж;

$m_{ав}$ – масса автобуса при выполнении маневра разгона, кг:

$$m_{ав} = m_a + \sum m_n = m_a + n_n \cdot \bar{m}_n, \quad (6)$$

где m_a – снаряженная масса автобуса при выполнении маневра разгона, кг;

$\sum m_n$ – суммарная масса всех находящихся в салоне автобуса людей (пассажиры и экипаж), кг;

n_n – суммарное количество всех находящихся в салоне автобуса людей (пассажиры и экипаж), ед.;

\bar{m}_n – средняя масса человека, находящегося в салоне автобуса, кг.

С учетом (6) запишем далее значение (5):

$$K_{ав} = \frac{(m_a + n_n \cdot \bar{m}_n) \cdot V_{\delta\epsilon}^2}{2}. \quad (7)$$

Как указывалось ранее, тяговая динамичность автобуса соразмерна с мощностью двигателя, установленного в его конструкции. Если обратить внимание на время t_1 , потраченное на разгон автобуса и значение приобретенной в процессе разгона кинетической энергии указанного автобуса по формуле (7), появляется возможность записать значение необходимой мощности двигателя:

$$N_1 = \frac{K_{ав}}{t_1} = \frac{(m_a + n_n \cdot \bar{m}_n) \cdot V_{\delta\epsilon}^2}{2 \cdot t_1}, \quad (8)$$

где N_1 – необходимая мощность для разгона автобуса до заданной скорости движения по перегону маршрута, Дж/с.

Условие обеспечения необходимого разгона с учетом (8) запишем в следующем виде:

$$N_1 \leq (N_{\delta\epsilon}^{max} + \Delta N) \cdot \eta_{mp}, \quad (9)$$

где $N_{\delta\epsilon}^{max}$ – максимальная мощность двигателя автобуса [9], Дж/с;

ΔN – запас мощности двигателя автобуса из расчета устойчивого движения в существующих дорожных условиях, Дж/с;

η_{mp} – коэффициент полезного действия трансмиссии автобуса [9], ед.

Используя формулу (8) и условие (9), получим обобщенную группу формул для процесса разгона автобуса:

$$\begin{cases} N_1 = \frac{(m_a + n_n \cdot \bar{m}_n) \cdot V_{\delta\epsilon}^2}{2 \cdot t_1}, \\ N_1 \leq (N_{\delta\epsilon}^{max} + \Delta N) \cdot \eta_{mp}. \end{cases} \quad (10)$$

Аналогичным образом рассмотрим далее процессы торможения и замедления автобуса по перегонам маршрута. С учетом указанных особенностей маневрирования автобуса на маршруте последовательно проведем рассмотрение разгонных и тормозных маневров. Первыми рассмотрим маневры торможения и замедления (торможение не до полной остановки).

Для процесса торможения запишем формулу расчета классического остановочного пути по методам расчета в экспертизе дорожно-транспортных происшествий [10, 11]:

$$S_{ав} = (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n) \cdot V_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot j}, \quad (11)$$

где $S_{ав}$ – остановочный путь автобуса, м;
 t_p – время реакции водителя автобуса [10, 11], с;
 t_c – время срабатывания тормозной системы автобуса [10, 11], с;
 t_n – время нарастания замедления автобуса [10, 11], с;
 V_a – начальная скорость движения автобуса, м/с;
 j – максимальное замедление автобуса [10, 11], м/с²:

$$j = \varphi_x \cdot g, \quad (12)$$

где φ_x – коэффициент продольного сцепления колес автобуса с дорожным покрытием, ед.;

g – ускорение свободного падения, м/с².

В методах организации пассажирских перевозок начальная скорость V_a должна быть обозначена как скорость движения в период времени t_2 в виде $V_{\partial\partial}$, что покажем в формуле (13):

$$S_{ав} = (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n) \cdot V_{\partial\partial} + \frac{V_{\partial\partial}^2}{k \cdot 2 \cdot j}, \quad (13)$$

где k – коэффициент интенсивности торможения, ед.

Для процесса замедления автобуса запишем формулу (13) с учетом возможности осуществления торможения не до полной остановки, а до уровня скорости движущегося впереди транспортного средства потока:

$$S'_{ав} = (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n) \cdot V_{\partial\partial} + \frac{V_{\partial\partial}^2 - V_n^2}{k \cdot 2 \cdot j}, \quad (14)$$

где $S'_{ав}$ – расстояние, на котором автобус может осуществить торможение до уровня скорости впереди движущегося транспортного средства потока, м;

$V_{\partial\partial}$ – скорость автобуса вдоль перегона маршрута, м/с;

V_n – скорость впереди движущегося транспортного средства в потоке, м/с.

Формулы (13) и (14) представляют собой минимально возможные расстояния, на которых автобус может выполнить маневры торможения до полной остановки автобуса и замедления автобуса до необходимой скорости. Таким образом автобус должен обладать такой тормозной динамичностью, которая позволяла бы обеспечивать указанные маневры с максимальным приближением значений пути к (13) и (14).

Целевые функции тормозной динамичности автобуса будут выглядеть следующим образом:

$$S_{ав} \rightarrow S_{ав}^{min} = (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n) \cdot V_{\partial\partial} + \frac{V_{\partial\partial}^2}{k \cdot 2 \cdot j}; \quad (15)$$

$$S'_{ав} \rightarrow S'_{ав}{}^{min} = (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n) \cdot V_{\partial\partial} + \frac{V_{\partial\partial}^2 - V_n^2}{k \cdot 2 \cdot j}. \quad (16)$$

Исходя из записи формулы необходимой пассажироместимости автобуса (4), целевые функции (15) и (16) можно переработать в значения минимального времени осуществления торможения и замедления автобуса:

$$t_4 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\partial\partial}}{k \cdot j}; \quad (17)$$

$$t_3 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}} - V_n}{k \cdot j}. \quad (18)$$

Из условия разгона автобуса до необходимой скорости движения по перегону (13) выразим время разгона автобуса, приняв, что в условии появляется знак равно:

$$\begin{cases} N_1 = \frac{(m_a + n_n \cdot \bar{m}_n) \cdot V_{\text{дог}}^2}{2 \cdot t_1}; \\ N_1 = (N_{\text{дог}}^{\text{max}} + \Delta N) \cdot \eta_{\text{мп}}. \end{cases} \quad (19)$$

$$t_1 = \frac{V_{\text{дог}}^2}{2} \cdot \frac{m_a + n_n \cdot \bar{m}_n}{(N_{\text{дог}}^{\text{max}} + \Delta N) \cdot \eta_{\text{мп}}}. \quad (20)$$

Полученные формулы для значений времени t_1 , t_3 , t_4 используем совместно с общей формулой:

$$\begin{cases} q = \frac{Q_{\text{max}}}{A_m} \cdot \left((\sum t_1 + \sum t_3 + \sum t_4) + (\sum t_2 + \sum t_5) + \frac{n_{\text{но}} \cdot t_{\text{но}} + t_{\text{ко}}}{60} \right); \\ t_1 = \frac{V_{\text{дог}}^2}{2} \cdot \frac{m_a + n_n \cdot \bar{m}_n}{(N_{\text{дог}}^{\text{max}} + \Delta N) \cdot \eta_{\text{мп}}}; \\ t_3 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}} - V_n}{k \cdot j}; \\ t_4 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}}}{k \cdot j}. \end{cases} \quad (21)$$

Для применения расчетных формул (21) необходимо дополнительно формализовать значения времени t_2 и t_5 .

В период времени t_2 предполагается равномерное движение автобуса по перегону маршрута, что позволяет формализовать указанное время следующим образом:

$$t_2 = \frac{L}{V_{\text{дог}}}, \quad (22)$$

где L – длина перегона маршрута, на которой автобус движется с постоянной скоростью, м.

Для применения формулы (22) в расчетах (21) длину перегона маршрута необходимо использовать усредненную:

$$t_2 = \frac{\bar{L}}{V_{\text{дог}}}, \quad (23)$$

где \bar{L} – длина перегона маршрута, на которой автобус движется с постоянной скоростью, м.

Время t_5 соответствует случаям в) и г) (рисунок 1). Запишем значения времени снижения скорости для указанных случаев:

$$t_{5_e} = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}}}{k \cdot j}; \quad (24)$$

$$t_{5_2} = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}} - V_n}{k \cdot j}. \quad (25)$$

где t_{5_1} – время уменьшения скорости автобуса для маневра проезда препятствия без необходимости обязательной остановки, (рисунок 1, в) с;

t_{5_2} – время уменьшения скорости автобуса для маневра проезда препятствия без необходимости обязательной остановки, (рисунок 1, г) с.

Подставим полученные расчетные формулы значений времени осуществления соответствующих маневров автобусом (23), (24) и (25) в общую формулу расчета необходимой максимальной вместимости автобуса (21):

$$\left\{ \begin{array}{l} q = \frac{Q_{\text{max}}}{A_m} \cdot \left((\sum t_1 + \sum t_3 + \sum t_4) + (\sum t_2 + \sum t_5) + \frac{n_{\text{но}} \cdot t_{\text{но}} + t_{\text{ко}}}{60} \right); \\ t_1 = \frac{V_{\text{дог}}^2}{2} \cdot \frac{m_a + n_n \cdot \bar{m}_n}{(N_{\text{дог}}^{\text{max}} + \Delta N) \cdot \eta_{\text{мп}}}; \\ t_2 = \frac{\bar{L}}{V_{\text{дог}}}; \\ t_3 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}} - V_n}{k \cdot j}; \\ t_4 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}}}{k \cdot j}; \\ t_{5_1} = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}}}{k \cdot j}; \\ t_{5_2} = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\text{дог}} - V_n}{k \cdot j}. \end{array} \right. \quad (26)$$

В полученной общей формуле расчета необходимой максимальной вместимости автобусов на маршруте остается неизвестная величина необходимого максимального количества подвижного состава на маршруте A_m .

Указанное значение A_m можно определить, исходя из минимально возможного количества автобусов на линии по максимальному интервалу движения.

$$A_m = \frac{L_m \cdot 60}{I_{\text{max}} \cdot V_m} + \frac{n_{\text{но}} \cdot t_{\text{но}} + t_{\text{ко}}}{I_{\text{max}}}. \quad (27)$$

Если гипотетически предположить, что можно задаться «минимальным интервалом» движения автобусов на маршруте или «желаемым интервалом», то формулу (27) запишем в следующем виде:

$$A_{\text{мп}} = \frac{L_m \cdot 60}{I_{\text{мп}} \cdot V_m} + \frac{n_{\text{но}} \cdot t_{\text{но}} + t_{\text{ко}}}{I_{\text{мп}}}, \quad (28)$$

где $A_{\text{мп}}$ – необходимое количество автобусов на маршруте, ед.;

$I_{\text{мп}}$ – требуемый интервал движения на маршруте, мин.

В итоге максимальное количество автобусов на линии, исходя из заданного интервала движения, будет рассчитываться по следующей формуле:

$$A_m = \frac{L_m \cdot 60}{I_{mp} \cdot V_m \cdot K_\delta} + \frac{n_{no} \cdot t_{no} + t_{ko}}{I_{mp} \cdot K_\delta}, \quad (29)$$

где K_δ – коэффициент дефицита автобусов на маршруте, ед.

Подставим полученное значение максимального количества автобусов на линии (29) в формулу (26):

$$\left\{ \begin{array}{l} q = \frac{Q_{\max}}{A_m} \cdot \left(\sum t_1 + \sum t_2 + \sum t_3 + \sum t_4 + \sum t_5 + \frac{n_{no} \cdot t_{no} + t_{ko}}{60} \right), \\ A_m = \frac{L_m \cdot 60}{I_{mp} \cdot V_m \cdot K_\delta} + \frac{n_{no} \cdot t_{no} + t_{ko}}{I_{mp} \cdot K_\delta}, \\ t_1 = \frac{V_{\delta\delta}^2}{2} \cdot \frac{m_a + n_n \cdot \bar{m}_n}{(N_{\delta\delta}^{\max} + \Delta N) \cdot \eta_{mp}}, \\ t_2 = \frac{\bar{L}}{V_{\delta\delta}}, \\ t_3 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\delta\delta} - V_n}{k \cdot j}, \\ t_4 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\delta\delta}}{k \cdot j}, \\ t_{5_e} = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\delta\delta}}{k \cdot j}, \\ t_{5_s} = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{V_{\delta\delta} - V_n}{k \cdot j}. \end{array} \right. \quad (30)$$

Выводы

Разработана методика выбора подвижного состава для городских маршрутов, учитывающая тяговую и тормозную динамичность автобусов. Новизна данного научного результата заключается в установлении аналитической связи между значением необходимой вместительности автобуса и значениями максимальной мощности двигателя автобуса, а также коэффициента эффективности работы его тормозной системы.

Список литературы

1. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки : учебник для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев ; под редакцией В. А. Гудкова. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.
2. Большаков, А. М. Повышение уровня обслуживания пассажиров автобусами на основе комплексной системы управления качеством : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / А. М. Большаков. – Москва, 1981. – 174 с.
3. Варелопуло, Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г. А. Варелопуло. – Москва : Транспорт, 1990. – 208 с.
4. Володин, Е. П. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом / Е. П. Володин, Н. Н. Громов. – Москва : Транспорт, 1982. – 224 с.
5. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок : учебное пособие для вузов / И. С. Ефремов, В. М. Кобзев, В. А. Юдин. – Москва : Высшая школа, 1980. – 535 с.
6. Колганов, С. В. Развитие городского пассажирского транспорта в свете транспортной стратегии России / С. В. Колганов, И. М. Колганов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2009. – № 10. – С. 2–5.
7. Либерман, С. Ю. Скоростное и экспрессное сообщение на городском общественном транспорте / С. Ю. Либерман, И. В. Спирин. – Москва : ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1980. – 42 с.

8. Михайлов, А. Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей / А. Ю. Михайлов. – Новосибирск : Наука, 2004. – 266 с.
9. Литвинов, А. С. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств : учебник для вузов / С. А. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – Москва : Машиностроение, 1989. – 240 с.
10. Иларионов, В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / В. А. Иларионов. – Москва : Транспорт, 1989. – 255 с.
11. Домке, Э. Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / Э. Р. Домке. – Москва : Академия, 2009. – 288 с.

А. Н. Дудников, С. А. Легкий, А. В. Ветров
Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Методика выбора подвижного состава для городских маршрутов, учитывающая тяговую и тормозную динамичность автобусов

Качество транспортного обслуживания пассажиров в городах определяется такими показателями, как интервал движения автобусов, их вместимость, скорость передвижения, безопасность движения и т. д. Поэтому выбор подвижного состава, как правило, осуществляют с учетом оптимального интервала движения и мощности пассажиропотока. При этом технические характеристики выбираемого подвижного состава не учитываются, а они также оказывают весомое влияние на качество транспортного обслуживания пассажиров. Поэтому проблема разработки методики выбора подвижного состава для городских маршрутов, учитывающая тяговую и тормозную динамичность автобусов, является актуальной.

Проведенный анализ последних исследований и публикаций показал, что существующие методики выбора подвижного состава для городских пассажирских перевозок по вместимости учитывают при выборе подвижного состава только две характеристики: численность населения города и средний пассажиропоток на предполагаемом маршруте. Технические характеристики выбираемого подвижного состава не учитываются, а именно они определяют качество работы подвижного состава на маршруте.

На основании результатов анализа существующих методик выбора подвижного состава для городских пассажирских перевозок, с использованием метода системного анализа, предложена методика выбора подвижного состава, учитывающая тяговую и тормозную динамичность автобусов. Новизна данного научного результата заключается в установлении аналитической связи между значением необходимой вместительности автобуса и значениями максимальной мощности двигателя автобуса, а также коэффициента эффективности работы его тормозной системы.

Предлагаемая методика учитывает такие важнейшие технические характеристики подвижного состава, как мощность двигателя и максимальное замедление, которые оказывают значительное влияние не только на качество транспортного обслуживания пассажиров, но и на безопасность движения. Кроме этого, предлагаемая методика позволяет поддерживать высокий уровень конкурентоспособности пассажирских перевозок за счет повышения уровня транспортного обслуживания населения. Разработанная методика может быть использована для выбора подвижного состава других видов городского пассажирского транспорта (троллейбусного, трамвайного и т. д.) с учетом их особенностей.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, АВТОБУС, МАРШРУТ ГОРОДСКОЙ, ДИНАМИЧНОСТЬ ТЯГОВАЯ

A. N. Dudnikov, S. A. Legkii, A. V. Vetrov
Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Technique of the Rolling Stock Choosing for Urban Routes Taking into Account Traction
and Braking Dynamics of Buses

The quality of transport services for passengers in cities is determined by such indicators as the traffic interval of buses, their capacity, travel speed, traffic safety, etc. Therefore, the choice of rolling stock is usually carried out taking into account the optimal traffic interval and the power of passenger traffic. In this case, the technical characteristics of the selected rolling stock are not taken into account, and they also have a significant impact on the quality of transport services for passengers. Therefore, the problem of developing a technique to choose rolling stock for urban routes, taking into account the traction and braking dynamics of buses, is urgent.

The analysis of recent studies and publications has shown that the existing techniques of the rolling stock choosing for urban passenger traffic by capacity take into account only two characteristics when choosing rolling stock: city population and average passenger traffic on the proposed route. The technical characteristics of the selected rolling stock are not taken into account, but it is they that determine the quality of the rolling stock on the route.

Based on the results of the analysis of existing techniques to choose rolling stock for urban passenger transportation, using the method of system analysis, the technique of the rolling stock choosing, taking into account the traction and braking dynamics of buses is proposed. The novelty of this scientific result lies in the establishment of the analytical relationship between the value of the bus required capacity and the values of the bus engine maximum power, as well as the efficiency factor of its braking system.

The proposed technique takes into account such important technical characteristics of the rolling stock as engine power and maximum deceleration, which have a significant impact not only on the quality of transport services for passengers, but also on the traffic safety. In addition, the proposed technique allows us to maintain a high level of passenger traffic competitiveness by increasing the level of transport services for the population. The developed technique can be used to choose the rolling stock of other types of urban passenger transport (trolleybus, tram, etc.), taking into account their features.

TECHNIQUE OF THE ROLLING STOCK CHOOSING, BUS, URBAN ROUTE, TRACTION DYNAMICS

Сведения об авторах:

А. Н. Дудников

SPIN-код: 8393-4943
 SCOPUS ORCID ID: 0000-0001-5082-3038
 Телефон: +38 (071) 301-98-50
 Эл. почта: andudnikov@rambler.ru

А. В. Ветров

Телефон: +38 (071) 392-53-89
 Эл. почта: vetrov@mail.ru

С. А. Легкий

SPIN-код: 6047-7196
 SCOPUS ORCID ID: 0000-0003-0049-578X
 Телефон: +38 (071) 316-84-49
 Эл. почта: LegkiySA@mail.ru

Статья поступила 09.09.2020

© А. Н. Дудников, С. А. Легкий, А. В. Ветров, 2020

Рецензент: Д. Н. Самисько, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»