

С. А. Легкий, канд. экон. наук, Д. С. Корастелев

Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ С УЧЕТОМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Проведен анализ существующих методик выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов, определены их преимущества и недостатки. Предложена методика выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов, учитывающая себестоимость перевозки 1 пассажира, групповой показатель конкурентоспособности по нормативно-техническим параметрам, а также качество транспортного обслуживания пассажиров.

Ключевые слова: городской автобусный маршрут, методика выбора подвижного состава, экономический фактор, технический фактор, конкурентоспособность, качество обслуживания пассажиров

Постановка проблемы

Жесткая конкурентная борьба на рынке услуг по перевозке пассажиров вынуждает предприятия автомобильного транспорта осуществлять транспортный процесс с минимально возможными издержками и максимально возможным качеством транспортного обслуживания пассажиров. При этом затраты на перевозку и качество транспортного обслуживания пассажиров во многом определяются маркой и моделью эксплуатируемого на маршрутах подвижного состава. В каждой марке и модели автобусов заложены конкретные технические характеристики (факторы), которые определяют эксплуатационные затраты и удобство (комфорт, качество) поездки пассажиров. Поэтому проблема обоснования методики выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом экономических и технических факторов является актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций

Проведенный анализ последних исследований и публикаций в области планирования пассажирских автомобильных перевозок [1–6] позволяет сделать вывод, что на данный момент времени не существует единой методики и критерия выбора марки и модели подвижного состава для городских автобусных маршрутов.

Первая группа авторов [1, 2] утверждают, что выбор подвижного состава для городских автобусных маршрутов необходимо осуществлять с учетом качества транспортного обслуживания пассажиров.

В частности, Д. М. Новоселов [1] в своей работе приводит критерий выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов, основой которого является качество транспортного обслуживания пассажиров:

$$K = K_1 \cdot \alpha_1 + K_2 \cdot \alpha_2 + K_3 \cdot \alpha_3, \quad (1)$$

где K_1 , K_2 , K_3 – показатели качества транспортного обслуживания, учитывающие комфортность поездки, скорость поездки, экологическую безопасность;

α_1 , α_2 , α_3 – весовые коэффициенты показателей комфортности поездки, скорости поездки, экологической безопасности.

Преимущество предлагаемого критерия выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов заключается в том, то он учитывает основные показатели качества

транспортного обслуживания пассажиров, такие как комфортабельность и скорость поездки, а также экологическую безопасность.

Однако этот критерий не учитывает такой важный показатель качества транспортного обслуживания пассажиров, как безопасность дорожного движения.

Бойко Г. В. [2] устраняет недостаток рассмотренного выше критерия выбора подвижного состава и предлагает учитывать в нем, кроме показателей, учитывающих комфортность, скорость поездки и экологическую безопасность, показатель безопасности дорожного движения:

$$K = \sqrt[3]{K_{пер} \cdot K_{эк} \cdot K_{БД}}, \quad (2)$$

где $K_{пер}$ – коэффициент, учитывающий уровень транспортного обслуживания пассажиров;

$K_{эк}$ – коэффициент, учитывающий экологическую безопасность;

$K_{БД}$ – коэффициент, учитывающий безопасность дорожного движения.

Вторая группа авторов [3, 4] считает, что выбор подвижного состава для городских автобусных маршрутов необходимо осуществлять с учетом экономических факторов (показателей).

В частности, А. И. Жуков [3] утверждает, что наиболее очевидным критерием выбора автобуса является минимальная себестоимость перевозок, которая рассчитывается в рублях на пассажирокилометр:

$$C_{ij} = \frac{\sum 3_{ij}}{q_{ij} \cdot l_{кри}}, \text{ руб/пасс.км}, \quad (3)$$

где $\sum 3_{ij}$ – суммарные издержки предприятия от эксплуатации автобусов j -го типа на i -м маршруте, руб.;

q_{ij} – пассажировместимость автобуса j -го типа, пасс.;

$l_{кри}$ – средняя дальность ездки пассажира на i -м маршруте, км.

Геррами В. Д., Дукаревич Г. В. [4] считают, что в качестве критерия выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов необходимо использовать суммарный показатель издержек предприятия и пассажира. При этом целевая функция будет иметь вид:

$$Z = \min \left(\sum_{i=1}^l \left(\sum_{j=1}^m T_{ожсij} \cdot S_{ij} \right) \cdot 60 \cdot t_i \cdot C + Z_{пер} \right), \quad (4)$$

где $1 < i < l$ – индекс, указывающий на условный номер периода времени работы маршрута;

$1 < j < m$ – индекс, указывающий на условный номер остановочного пункта на маршруте;

$T_{ожсij}$ – время ожидания пассажиром посадки на j -м остановочном пункте в период времени i , мин;

t_i – продолжительность периода времени с номером i , мин;

S_{ij} – интенсивность подхода пассажиров на остановочный пункт с номером j в период времени i , пасс/мин;

C – стоимостная оценка пассажирочаса, руб.;

$Z_{пер}$ – расходы перевозчика на эксплуатацию маршрута, руб/день.

Третья группа авторов [5, 6] считает, что выбор подвижного состава для городских автобусных маршрутов необходимо осуществлять с учетом экономических факторов и качества транспортного обслуживания пассажиров.

Так В. А. Корчагин [5] утверждает, что при выборе подвижного состава для городских автобусных маршрутов необходимо использовать комплексный показатель (критерий), учитывающий интересы перевозчиков, пассажиров и общества.

Этот комплексный показатель автор предлагает определять по формуле:

$$K_{\kappa} = k_n + k_{nacc} + k_{об}, \quad (5)$$

где k_n – показатель, учитывающий интересы перевозчиков;

k_{nacc} – показатель, учитывающий интересы пассажиров;

$k_{об}$ – показатель, учитывающий интересы общества.

Анализ существующих методик выбора марки и модели подвижного состава для городских автобусных маршрутов показал, что большинство из них учитывает при выборе либо качество транспортного обслуживания пассажиров, либо экономические факторы. Комбинированные методики, учитывающие при выборе подвижного состава несколько факторов, используют довольно узкий их состав, что требует научного обоснования его расширения. Кроме этого, существующие методики ориентированы на выбор подвижного состава из марок и моделей автобусов, имеющих в распоряжении автотранспортного предприятия и используемых на действующих маршрутах, что затрудняет их применение при планировании организации перевозок на новых маршрутах.

Целью исследования является обоснование методики выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом экономических и технических факторов.

Изложение основного материала исследования

Результаты критического анализа существующих методик выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов позволили разработать методику выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом экономических и технических факторов и алгоритм ее реализации (рисунок).



Рисунок – Алгоритм выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом экономических и технических факторов

Первым этапом процесса выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом экономических и технических факторов является установление мощно-

сти пассажиропотока в час пик в одном направлении. Данная информация может быть получена на основе результатов обследования пассажиропотока на маршруте.

Порядком организации перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом [7] рекомендуется для проведения обследования пассажиропотоков на городских автобусных маршрутах использовать табличный метод.

Второй этап предполагает установление оптимального интервала движения автобусов на маршруте, обеспечивающего максимальный уровень качества обслуживания пассажиров.

Наиболее научно обоснованный интервал движения в зависимости от мощности пассажиропотока в час пик в одном направлении на маршруте представлен в работе [8] (таблица 1).

Таблица 1 – Нормативы интервала движения автобусов в зависимости от мощности пассажиропотока в час пик в одном направлении на маршруте [8]

Размер пассажиропотока, пасс/ч	Интервал движения автобусов на маршруте, мин
До 750	8,0
От 750 до 1500	4,0
» 1500 » 2250	2,7
» 2250 » 3000	2,0
» 3000 » 3750	1,6
» 3750 » 4500	1,3
Свыше 4500	1,0

Третий этап заключается в определении оптимальной вместимости подвижного состава для городских автобусных маршрутов. Предлагается определять оптимальную вместимость подвижного состава по формуле, представленной в работе А. И. Жукова и А. И. Рощина [3], учитывающей пассажиропоток на маршруте и закладываемый уровень качества транспортного обслуживания пассажиров (интервал движения автобусов на маршруте):

$$q_n = \frac{Q_{\max} \cdot I}{\gamma \cdot 60}, \text{ пасс.}; \quad (6)$$

где γ – коэффициент наполнения салонов автобусов, обеспечивающий максимальный уровень качества транспортного обслуживания пассажиров ($\gamma = 0,73-0,78$ [9]).

Четвертый этап предполагает подбор подвижного состава для городских автобусных маршрутов, имеющих вместимость, определенную по формуле (1).

На пятом этапе производится учет экономических факторов. В качестве экономических факторов выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов рекомендуется использовать затраты, входящие в себестоимость перевозки 1 пассажира. Предлагается определять указанную себестоимость в соответствии с Методикой расчета тарифов на услуги пассажирского автомобильного транспорта [10]. Однако некоторые статьи калькуляции себестоимости перевозки (заработная плата и общепроизводственные расходы), учитывая простоту их расчета и обеспеченность необходимой нормативно-справочной документацией, предлагается определять в соответствии с существующими методическими рекомендациями определения уровня тарифов на услуги пассажирского автотранспорта общего пользования.

Себестоимость перевозки 1 пассажира, $S_{\text{пасс}}$, определяется по формуле [10]:

$$S_{\text{пасс}} = \frac{S_{1\text{км}} \cdot l_{\text{ср}}}{q \cdot \gamma \cdot \beta}, \text{ руб/пасс}, \quad (7)$$

где $S_{1\text{км}}$ – себестоимость 1 км пробега автобуса, руб/км;

$l_{\text{ср}}$ – среднее расстояние поездки 1 пассажира, км;

q – пассажировместимость единицы подвижного состава, пасс;

γ – коэффициент использования пассажировместимости;

β – коэффициент использования пробега.

Порядок определения себестоимости перевозки 1 пассажира по статьям калькуляции.

1. Заработная плата состоит из заработной платы водителей, ремонтных рабочих, других категорий (инженерно-технические работники, служащие и т. д.)

1.1. Заработная плата водителей определяется по формуле:

$$ЗП_{вод1км} = \frac{ЗП_{вод/ч} \cdot (1 + K_1 + K_2 + \dots + K_n)}{V_3}, \text{ руб/км}, \quad (8)$$

где $ЗП_{вод/ч}$ – часовая тарифная ставка водителя, руб/ч;

$K_1, K_2, \dots, K_n$ – коэффициенты, учитывающие минимальные размеры доплат и надбавок к тарифным ставкам водителей в относительных величинах. Перечень и величины часовых тарифных ставок водителей и коэффициенты, учитывающие минимальные размеры доплат и надбавок к тарифным ставкам водителей, приведены в «Отраслевом соглашении по автомобильному и городскому наземному пассажирскому транспорту...» [11].

1.2. Заработная плата ремонтных рабочих включается в статью «Ремонт и техническое обслуживание автомобилей». В расчете на 1 км пробега она определяется по формуле [10]:

$$ЗП_{р.р1км} = \frac{ЗП_{р.р}}{L_{общ}}, \text{ руб/км}, \quad (9)$$

где $ЗП_{р.р}$ – годовая заработная плата ремонтных рабочих, обеспечивающих поддержание трудоспособного состояния подвижного состава, руб.;

$L_{общ}$ – годовой пробег подвижного состава, км.

Расчеты $ЗП_{р.р}$ базируются на трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту, среднем разряде рабочих, их тарифной часовой ставке [10]:

$$ЗП_{р.р} = \sum T_{р.ТОиР} \cdot ЗП_{р.р/ч} \cdot (1 + \sum K), \text{ руб.}, \quad (10)$$

где $T_{р.ТОиР}$ – трудоемкость работ по техническому обслуживанию и ремонту, чел.ч;

$ЗП_{р.р/ч}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч;

$\sum K$ – определение изложено в п. 1.1.

$ЗП_{р.р/ч}$ определяется из Отраслевого соглашения [11]. Средний разряд ремонтных рабочих при выполнении ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР определяется по базовым маркам автомобилей [12].

Трудоемкость работ по ТО и Р конкретных марок автобусов рассчитывается по формуле [10]:

$$\sum T_{р.ТОиР} = АД_p \cdot T_{р.ЕО} + T_{р.ТО-1} \cdot N_{ТО-1} + T_{р.ТО-2} \cdot N_{ТО-2} + \frac{L_{общ}}{1000} \cdot T_{р.ТР}, \text{ чел.ч}, \quad (11)$$

где $АД_p$ – количество дней работы подвижного состава за $L_{общ}$ пробега (количество ежедневных обслуживаний), дней;

$T_{р.ЕО}, T_{р.ТО-1}, T_{р.ТО-2}, T_{р.ТР}$ – трудоемкость работ, соответственно, единицы ежедневного обслуживания, ТО-1, ТО-2, текущего ремонта (на 1000 км) автобуса i -й марки, чел.ч;

$N_{ТО-1}, N_{ТО-2}$ – количество обслуживаний ТО-1, ТО-2 подвижного состава за пробег $L_{общ}$, ед.

Количество N_{TO-1} , N_{TO-2} рассчитывается на основе годового пробега подвижного состава $L_{общ}$ и нормативов периодичности ТО ДТС, которые определяются по «Правилам оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств» [13].

1.3. Заработная плата других категорий работников

Заработная плата других категорий работников включается в статью «Общепроизводственные расходы» и рассчитывается в процентном отношении, которое фактически сложилось у субъекта ведения хозяйства, к заработной плате водителей.

$$ЗП_{\text{дк1км}} = ЗП_{\text{вод1км}} \cdot Y_{\text{дк}}, \text{ руб.}, \quad (12)$$

где $Y_{\text{дк}}$ – часть заработной платы других категорий работников относительно заработной платы водителей за предыдущий период (10 %).

1.4. Заработная плата

Расходы на оплату труда определяются как суммарные по категориям работающих:

$$ЗП_{1км} = ЗП_{\text{вод1км}} + ЗП_{\text{р.п1км}} + ЗП_{\text{дк1км}}, \text{ руб.} \quad (13)$$

2. Отчисление на социальные мероприятия

Отчисление на социальные мероприятия определяются по формуле [10]:

$$B_{oc} = K_{oc} \cdot ЗП_{1км}, \text{ руб.}, \quad (14)$$

где K_{oc} – ставка отчислений на социальные мероприятия, в относительных величинах (31 %) [14].

3. Топливо

Расходы топлива на 1 км пробега автобуса рассчитываются по формуле [10]:

$$B_T = 0,01 \cdot H_T \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{\Sigma}) \cdot Ц_T, \text{ руб/км}, \quad (15)$$

где H_T – базовые линейные нормы расхода топлива для автобусов, л/100 км ($\text{м}^3/100 \text{ км}$);

$0,01 \cdot H_T$ – расходы топлива на 1 км пробега, л/км ($\text{м}^3/\text{км}$);

K_{Σ} – суммарный корректирующий коэффициент к линейной норме, учитывающий конкретные условия эксплуатации, %;

$Ц_T$ – цена топлива, руб/л (руб/ м^3).

Нормы расходов топлива, перечень корректирующих коэффициентов, их величины приведены в «Нормах расходов топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» [15].

4. Смазочные материалы

Расходы на смазочные материалы в денежном выражении рассчитываются пропорционально к расходам топлива по формуле [10]:

$$B_{cm} = 0,01 \cdot B'_T \cdot (H_m \cdot Ц_m + H_{mp} \cdot Ц_{mp} + H_{cn} \cdot Ц_{cn} + H_{nl} \cdot Ц_{nl}), \text{ руб/км}, \quad (16)$$

где B'_T – общие нормативные расходы топлива на 1 км пробега при определенных условиях эксплуатации, л/км ($\text{м}^3/\text{км}$);

H_m , H_{mp} , H_{cn} , H_{nl} – нормы расхода, соответственно, моторных, трансмиссионных, специальных масел (л/100 л топлива) и пластичных смазок (кг/100 л топлива) [15];

$Ц_m$, $Ц_{mp}$, $Ц_{cn}$, $Ц_{nl}$ – цена, соответственно, моторных, трансмиссионных, специальных масел (руб/л) и пластичных смазок (руб/кг).

Порядок расчета B'_T приведен выше:

$$B'_T = 0,01 \cdot H_T \cdot (1 + 0,01 \cdot K_\Sigma), \text{ л/км (м}^3\text{/км)}. \quad (17)$$

5. Техническое обслуживание и ремонт

Расходы на ТО и ремонт включают расходы по заработной плате рабочих, занятых выполнением ТО и ремонтом автомобилей, материалов и запасных частей.

Порядок расчета заработной платы ремонтных рабочих приведен выше.

Расходы на материалы и запасные части по видам технических обслуживаний, на текущий ремонт по базовым маркам автомобилей приведены в «Нормах...» [12].

Расходы на материалы и запчасти рассчитываются по формуле [10]:

$$B_{м.зч} = \frac{1}{L_{общ}} \cdot \left(N_{EO} \cdot H_{EO.м} + N_{ТО-1} \cdot H_{ТО-1.м} + N_{ТО-2} \cdot H_{ТО-2.м} + \frac{L_{общ} \cdot (H_{р.м} + H_{р.зч})}{1000} \right), \text{ руб.}, \quad (18)$$

где N_{EO} , $N_{ТО-1}$, $N_{ТО-2}$ – количество ЕО, ТО-1, ТО-2 за пробег $L_{общ}$ автобуса, (N_{EO} это АД_р за пробег $L_{общ}$ автобуса) ед;

$H_{EO.м}$, $H_{ТО-1.м}$, $H_{ТО-2.м}$ – нормативы расходов материалов на одно техническое обслуживание, руб.;

$H_{р.м}$, $H_{р.зч}$ – нормы расходов на ремонт материалов и запасных частей, руб/1000 км.

6. Автомобильные шины

Расходы на автомобильные шины на 1 км пробега определяются по формуле [10]:

$$B_{ш} = \frac{C_{ш} \cdot K_{ш}}{H_{ш} \cdot K_{к}}, \text{ руб/км}, \quad (19)$$

где $C_{ш}$ – цена автомобильной шины, руб.;

$K_{ш}$ – количество шин, установленных на автомобиле, ед.;

$H_{ш}$ – норма эксплуатационного пробега шин, км;

$K_{к}$ – коэффициент корректирования, учитывающий условия эксплуатации.

$K_{к}$ и $K_{ш}$ определены в нормах эксплуатационного пробега шин [16].

7. Аккумуляторные батареи

Расходы на аккумуляторные батареи на 1 км пробега определяются по формуле [10]:

$$B_{аб} = \frac{C_{аб} \cdot K_{аб}}{H_{аб} \cdot K_{к} \cdot I}, \text{ руб/км}, \quad (20)$$

где $C_{аб}$ – прогнозная цена аккумуляторной батареи, руб.;

$K_{аб}$ – количество аккумуляторных батарей, установленных на одном автомобильном транспортном средстве, ед.;

$H_{аб}$ – эксплуатационная норма среднего ресурса аккумуляторных батарей, месяцев;

$K_{к}$ – коэффициент корректирования, учитывающий условия эксплуатации;

I – фактическая интенсивность эксплуатации автомобильного транспортного средства, км/месяц.

$H_{аб}$ и $K_{к}$ установлены эксплуатационными нормами среднего ресурса аккумуляторных свинцовых стартерных батарей колесных транспортных средств и специальных машин, выполненных на колесных шасси [17].

8. Амортизация автотранспорта

Расходы на амортизацию автобусов на 1 км пробега определяются по формуле [10]:

$$B_A = \frac{H_a \cdot C_a}{100 \cdot L_{\text{общ}}}, \text{ руб/км}, \quad (21)$$

где H_a – годовая норма амортизации, [18];

C_a – остаточная или первоначальная балансовая стоимость автобуса, руб.

9. Общепроизводственные расходы

К настоящей статье относят расходы, которые включаются в себестоимость перевозок и не учтены в вышеприведенных статьях, т. е. расходы, связанные с управлением и обслуживанием производственного процесса, а также налоги, сборы и другие предусмотренные законодательством обязательные платежи.

Объем общепроизводственных расходов определяется на базе их удельного веса в расходах на перевозку относительно фонда оплаты труда водителей (160 %).

На шестом этапе производится учет технических факторов. Предлагается в качестве технических факторов выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов использовать технические характеристики автобусов, приведенные в ГОСТ 27815-88 «Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции» [19].

Согласно ГОСТ 27815-88 [19] к основным техническим характеристикам городских автобусов предлагается относить следующие.

1. Технические характеристики, отражающие комфорт посадки и поездки.

1.1. Число пассажирских дверей должно быть не менее указанного в таблице 2.

Таблица 2 – Число пассажирских дверей в автобусах I класса

Пассажировместимость, мест	Число пассажирских дверей
17–60	2
61–95	3
Свыше 95	4

1.2. Ширина пассажирских дверей не менее 1200 мм.

1.3. Высота первой ступеньки над уровнем дороги не более 360 мм.

1.4. Высота последующих ступенек не более 250 мм.

1.5. Ширина прохода между сидениями не менее 550 мм.

1.6. Высота расположенных горизонтально и параллельно стенкам поручней не более 1500 мм от пола.

1.7. Ширина части подушки многоместного сиденья на каждого пассажира с каждой стороны не менее 200 мм.

1.8. Расстояние между передней поверхностью спинки сиденья и задней поверхностью спинки впереди расположенного сиденья не менее 650 мм.

1.9. Глубина подушки сиденья не менее 350 мм.

2. Технические характеристики, отражающие безопасность поездки.

2.1. Минимально необходимое число аварийных выходов должно быть таким, чтобы общее число выходов соответствовало указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Общее число аварийных выходов в автобусах

Пассажировместимость, мест	Число выходов
17–22	4
23–35	5
Свыше 35	6

2.2. При наличии аварийных люков в крыше их число должно быть не менее указанного в таблице 4.

Таблица 4 – Число аварийных люков в автобусах

Пассажировместимость, мест	Число выходов
Не более 50	1
Более 50	2

2.3. Ширина аварийных дверей – не менее 550 мм.

Непосредственный учет технических факторов предлагается производить при помощи группового показателя конкурентоспособности подвижного состава по нормативно-техническим параметрам [20]:

$$I_{нт} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n q_{нми}}, \quad (22)$$

где $q_{нми}$ – единичный показатель конкурентоспособности подвижного состава по i -му нормативно-техническому параметру;

n – количество нормативно-технических параметров.

Единичный показатель конкурентоспособности подвижного состава по i -му нормативно-техническому параметру определяется по формулам:

$$q_{нми} = \frac{P_i}{P_{ин}} \cdot 100 \%, \quad (23)$$

$$q_{нми} = \frac{P_{ин}}{P_i} \cdot 100 \%, \quad (24)$$

где P_i – величина i -го технического параметра для анализируемого подвижного состава;

$P_{ин}$ – нормативная величина i -го технического параметра для анализируемого подвижного состава.

В результате формула группового показателя конкурентоспособности подвижного состава по нормативно-техническим параметрам примет вид:

$$I_{нт} = \sqrt[12]{\frac{n_{дв}}{n_{дв.н}} \cdot \frac{b_{дв}}{b_{дв.н}} \cdot \frac{h_{1ст.н}}{h_{1ст}} \cdot \frac{h_{ст.н}}{h_{ст}} \cdot \frac{b_{пр}}{b_{пр.н}} \cdot \frac{h_{пор.н}}{h_{пор}} \cdot \frac{b_{нд}}{b_{нд.н}} \cdot \frac{l_{сд}}{l_{сд.н}} \cdot \frac{h_{нд}}{h_{нд.н}} \cdot \frac{n_{в}}{n_{в.н}} \cdot \frac{n_{л}}{n_{л.н}} \cdot \frac{b_{ав}}{b_{ав.н}}}, \quad (25)$$

где $n_{дв}$ – число пассажирских дверей, ед.;

$n_{дв.н}$ – нормативное число пассажирских дверей, ед.;

$b_{дв}$ – ширина пассажирских дверей, мм;

$b_{дв.н}$ – нормативная ширина пассажирских дверей, мм;

$h_{1ст}$ – высота первой ступеньки над уровнем дороги, мм;

$h_{1ст.н}$ – нормативная высота первой ступеньки над уровнем дороги, мм;

$h_{ст}$ – высота последующих ступенек, мм;

$h_{ст.н}$ – нормативная высота последующих ступенек, мм;

$b_{пр}$ – ширина прохода между сидениями, мм;

$b_{пр.н}$ – нормативная ширина прохода между сидениями, мм;

$h_{пор}$ – высота расположенных горизонтально и параллельно стенкам поручней, мм;

$h_{пор.н}$ – нормативная высота расположенных горизонтально и параллельно стенкам поручней, мм;

$b_{нд}$ – ширина части подушки многоместного сиденья на каждого пассажира с каждой стороны, мм;

$b_{нд.н}$ – нормативная ширина части подушки многоместного сиденья на каждого пассажира с каждой стороны, мм;

$l_{сд}$ – расстояние между передней поверхностью спинки сиденья и задней поверхностью спинки впереди расположенного сиденья, мм;

$l_{сд.н}$ – нормативное расстояние между передней поверхностью спинки сиденья и задней поверхностью спинки впереди расположенного сиденья, мм;

$h_{нд}$ – глубина подушки сиденья, мм;

$h_{нд.н}$ – нормативная глубина подушки сиденья, мм;

$n_{в}$ – число аварийных выходов, ед.;

$n_{в.н}$ – нормативное число аварийных выходов, ед.;

$n_{л}$ – число аварийных люков, ед.;

$n_{л.н}$ – нормативное число аварийных люков, ед.;

$b_{ав}$ – ширина аварийных дверей, мм;

$b_{ав.н}$ – нормативная ширина аварийных дверей, мм.

На заключительном этапе производится выбор подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом экономических и технических факторов по следующему критерию:

$$S = \frac{S_{1км} \cdot l_{ср}}{q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot I_{нт}} \rightarrow \min. \quad (26)$$

Выводы

Усовершенствована методика выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов. Новизна предлагаемой методики заключается в учете при выборе подвижного состава себестоимости перевозки одного пассажира, а также группового показателя конкурентоспособности по нормативно-техническим параметрам. Кроме этого, методика позволяет обеспечить максимальный уровень качества транспортного обслуживания пассажиров, учитывая при выборе вместимости автобусов оптимальный интервал их движения.

Список литературы

1. Новоселов, Д. М. Определение оптимального количества и вместимости подвижного состава на городском маршруте : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Новоселов Дмитрий Михайлович ; Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень, 2009. – 125 с. – Место защиты : Тюменский государственный нефтегазовый университет.
2. Бойко, Г. В. Методика оптимизации структуры транспорта для обслуживания городских пассажирских перевозок : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бойко Григорий Владимирович ; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2006. – 162 с.
3. Жуков, А. И. Проектирование структуры парка пассажирского транспорта / А. И. Жуков, А. И. Роцин. – Москва : МАДИ, 2017. – 76 с.
4. Герами, В. Д. Организация и управление городскими пассажирскими автомобильными перевозками / В. Д. Герами, Г. В. Дукаревич ; Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (техн. ун-т). – Москва : МАДИ, 1994. – 142 с.
5. Корчагин, В. А. Выбор рационального типа автобуса : монография / В. А. Корчагин, А. В. Гринченко. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2014. – 85 с. – ISBN 978-5-88247-636-5.
6. Легкий, С. А. Усовершенствование методики выбора рационального подвижного состава для городских автобусных перевозок / С. А. Легкий, Л. А. Пихтерева // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2018. – № 3(26). – С. 32–43.

7. Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом : Постановление Правительства Российской Федерации от 1 октября 2020 г. № 1586. – Текст : электронный // Гарант-ру : [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/74714924/?ysclid=m3fzbx3110596931563#friends>.
8. Пассажиры автомобильные перевозки / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, А. Б. Дьяков [и др.] ; под редакцией Н. Б. Островского. – Москва : Транспорт, 1986. – 220 с.
9. Большаков, А. М. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов / А. М. Большаков, Е. А. Кравченко, С. Л. Черникова. – Москва : Транспорт, 1981. – 206 с.
10. Донецкая Народная Республика. Законы. Об утверждении Методики расчета тарифов на услуги пассажирского автомобильного транспорта : приказ Министерства транспорта Донецкой Народной Республики от 6 августа 2021 г. № 441. – Текст : электронный // Министерство транспорта Донецкой Народной Республики : [официальный сайт]. – URL: <http://donmintrans.ru/d/1/prikaz/2021/prikaz441.pdf>.
11. Отраслевое соглашение по автомобильному и городскому наземному пассажирскому транспорту Российской Федерации на 2020–2022 годы. – Текст : электронный // Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации : [официальный сайт]. – URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/agreements/1312>.
12. Нормы расхода материалов и запасных частей на техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей : нормативный документ : издание официальное / Министерство транспорта Российской Федерации ; Департамент автомобильного транспорта ; Центрогтрудавтотранс. – Москва : Центрогтрудавтотранс, 1996. – 31 с.
13. Об утверждении Правил оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств : постановление Правительства Российской Федерации от 11 апреля 2001 г. № 290. – Текст : электронный // Гарант-ру : [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/12122634/?ysclid=m3fztpevre329919013>.
14. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации и статьи 18 и 19 Федерального закона «О проведении эксперимента по установлению специального налогового режима «Автоматизированная упрощенная система налогообложения» : Федеральный закон от 14 июля 2022 г. № 239-ФЗ : [принят Государственной Думой 5 июля 2022 года : одобрен Советом Федерации 8 июля 2022 года]. – Текст : электронный // Нормативные акты для бухгалтера : [сайт]. – URL: <https://na.buhgalteria.ru/document/n201576>.
15. Российская Федерация. Законы. О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» : Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р. – Текст : электронный // КонтурНорматив : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=426322>.
16. РД 3112199-1085-02. Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств : Министерство транспорта Российской Федерации, Департамент автомобильного транспорта ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» : утверждено Первым заместителем Министра транспорта Российской Федерации от 4 апреля 2002 г. ; срок действия до 01.01.2007 г. (Установлен Распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 05.01.2004 г. № АК-1-Р). – Текст : электронный // Охрана труда в России : [сайт]. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/1df/4293845952.pdf>.
17. РД-3112199-1089-02. Нормы сроков службы стартерных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей автотранспортных средств и автопогрузчиков : утверждено Министерством транспорта Российской Федерации 28.09.2002 г. – Текст : электронный // Гарант-ру : [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/197712/>.
18. О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы : утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 1 января 2002 г. № 1 (ред. от 18.11.2022 г.). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34710/1e41717903a74912327e10eb80547bd73a1f7378/.
19. ГОСТ 27815-88 (Правила ЕЭК ООН № 36). Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции : государственный стандарт Союза ССР : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31.08.88 г. № 3086. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-27815-88>.
20. Лифиц, И. М. Конкурентоспособность товаров и услуг / И. М. Лифиц. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2014. – 437 с. – ISBN 978-5-9916-2765-8.

С. А. Легкий, Д. С. Корастелев
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Методика выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом
экономических и технических факторов

Актуальность проблемы разработки методики выбора подвижного состава для городских автобусных маршрутов с учетом экономических и технических факторов обусловлена тем, что пассажирский автобусный транспорт является важнейшим элементом транспортной системы городов, частью их инфраструктуры, обеспечивающей основной объем перевозок населения. В отдельных регионах страны автобусный транспорт является единственно возможным видом транспорта. Но при этом, невзирая на огромное значение автобусного транспорта, имеются серьезные проблемы в организации его работы. В частности, одной из важнейших проблем является проблема выбора вместимости подвижного состава, соответствующего мощности пассажиропотока и обеспечивающего перевозку пассажиров при минимально возможных затратах времени и денежных средств, с максимально возможным качеством обслуживания и безопасностью.

Анализ существующих методик выбора марки и модели подвижного состава для городских автобусных маршрутов показал, что они большинство из них учитывают при выборе либо качество транспортного обслуживания пассажиров, либо экономические факторы. Комбинированные методики, учитывающие при выборе подвижного состава несколько факторов, используют довольно узкий их состав, что требует научного обоснования его расширения. Кроме этого, существующие методики ориентированы на выбор подвижного состава из марок и моделей автобусов, имеющих в распоряжении автотранспортного предприятия и используемых на действующих маршрутах, что затрудняет их применение при планировании организации перевозок на новых маршрутах.

На основании проведенного анализа существующих методик выбора марки и модели подвижного состава для городских автобусных маршрутов, выявления их преимуществ и недостатков, была усовершенствована методика выбора подвижного состава для этих маршрутов. Новизна предлагаемой методики заключается в учете при выборе подвижного состава себестоимости перевозки 1 пассажира, а также группового показателя конкурентоспособности автобусов по нормативно-техническим параметрам. Кроме этого, методика позволяет обеспечить максимальный уровень качества транспортного обслуживания пассажиров, учитывая при выборе вместимости автобусов оптимальный интервал их движения.

Использование предлагаемой методики выбора марки и модели подвижного состава для городских автобусных маршрутов позволит предприятиям пассажирского автомобильного транспорта обеспечивать городские маршруты рациональным подвижным составом, позволяющим значительно снизить затраты на осуществления перевозок и повысить уровень получаемой прибыли. Кроме этого, предоставляя подвижной состав с вместимостью, соответствующей мощности пассажиропотока и обеспечивающей оптимальный интервал движения, значительно повышается качество транспортного обслуживания пассажиров и уровень конкурентоспособности оказываемых услуг. Разработанная методика может быть использована для выбора рационального подвижного состава других видов транспорта.

ГОРОДСКОЙ АВТОБУСНЫЙ МАРШРУТ, МЕТОДИКА ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКТОР, ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКТОР, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассажиРОВ

S. A. Legkii, D. S. Korastelev
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Rolling Stock Selection Methodology for Urban Bus Routes, Taking into Account Economic and
Technical Factors

The relevance of studying the methodology development for selecting rolling stock for urban bus routes, taking into account economic and technical factors, is due to the fact that passenger bus transport is an essential element of the urban transport system, part of the infrastructure providing the bulk of the population transportation. In some regions of the country, bus transport is the only possible mode of transport. But at the same time, despite the great importance of bus transport, there are serious problems in the organization of its work. In particular, one of the most important problems is the problem of choosing the capacity of rolling stock that corresponds to the passenger traffic capacity and ensures the transportation of passengers at the lowest possible cost of time and money, with the highest possible quality of service and safety.

The analysis of existing methods for choosing the brand and model of rolling stock for urban bus routes has shown that most of them take into account either the quality of passenger transport services or economic factors when choosing. Combined techniques, taking into account several factors when selecting rolling stock, use a rather narrow range of them, which requires scientific justification for its expansion. In addition, the existing techniques are focused on the selection of rolling stock from the brands and models of buses available to the motor transport company and used on existing routes, which makes it difficult to apply them when planning the organization of transportation on new routes.

Based on the analysis of existing techniques for selecting the brand and model of rolling stock for urban bus routes, identifying their advantages and disadvantages, the methodology for selecting rolling stock for these routes are improved. The novelty of the proposed methodology lies in taking into account, when choosing a rolling stock, the cost of transporting one passenger, as well as the group indicator of the competitiveness of buses according to regulatory and technical parameters. In addition, the methodology allows to ensure the maximum level of quality of passenger transport services, taking into account the optimal interval of their movement when choosing the capacity of buses.

The use of the proposed methodology for choosing the brand and model of rolling stock for urban bus routes will allow enterprises of passenger motor transport to provide urban routes with rational rolling stock, which significantly reduces the cost of transportation and increases the level of profit. In addition, by providing rolling stock with a capacity corresponding to the capacity of passenger traffic and ensuring an optimal interval of movement, the quality of passenger transport services and the level of competitiveness of the services provided are significantly improved. The developed methodology can be used to select the rational rolling stock of other types of transport.

URBAN BUS ROUTE, ROLLING STOCK SELECTION METHODOLOGY, ECONOMIC FACTOR, TECHNICAL FACTOR, COMPETITIVENESS, PASSENGER SERVICE QUALITY

Сведения об авторах:

С. А. Легкий

SPIN-код РИНЦ: 6047-7196
 ORCID ID: 0000-0003-0049-578X
 Телефон: +7 949 316-84-49
 Эл. почта: LegkiySA@mail.ru

Д. С. Корастелев

Телефон: +7 949 375-54-18
 Эл. почта: korastelev.2019@mail.ru

Статья поступила 16.01.2025

© С. А. Легкий, Д. С. Корастелев, 2024

*Рецензент: Д. Н. Самисько, канд. техн. наук,
 Автомобильно-дорожный институт
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка*