

Н. Н. Дудникова, канд. техн. наук, Н. С. Горючков

Автомобильно-дорожный институт  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

## ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К СОВМЕЩЕНИЮ АВТОБУСНОГО И ТРОЛЛЕЙБУСНОГО МАРШРУТОВ

*Сформулированы общие подходы к совмещению автобусного и троллейбусного маршрутов. Получено условие формирования характеристик транспортной работы автобусов и троллейбусов в пределах совмещенного участка, которые далее необходимо распространять на оставшиеся участки отдельных маршрутов. Условие обеспечивает требуемую наполняемость салонов автобусов и троллейбусов в пределах совмещенного участка, что уменьшает конкурентную борьбу. В указанное условие введено соотношение тарифов на перевозку автобусами и троллейбусами.*

**Ключевые слова:** перевозки городские, маршрут автобусный и троллейбусный, участок совмещенный, наполняемость салона

### **Постановка проблемы**

В последние годы в городах ДНР резко возросло количество автобусных маршрутов, которые обслуживаются подвижным составом, принадлежащим нескольким частным предприятиям или владельцам, а так же введен муниципальный автобусный транспорт. Вместе с этим сохраняет свои позиции в объемах перевозок городской электротранспорт в рамках троллейбусных маршрутов. Указанное раскрывает появление значительной конкуренции на прибыль.

Водители автобусов стремятся обеспечить максимальную наполняемость салона автобуса, что увеличивает скорость и интенсивность движения на маршрутах, приводит к уменьшению нормативной длительности простоя автобусов на остановочных пунктах. Отмеченные аспекты приводят к дополнительным сложностям в условиях движения автобусов на совмещенных участках маршрутов с троллейбусным движением, где присутствуют обгоны автобусов разных маршрутов и троллейбусов, в том числе возникают изменения интервалов движения с возможными нарушениями правил дорожного движения и снижением качества обслуживания пассажиров. Кроме этого, на маршрутах используют автобусы разной вместительности, а интервалы движения остаются равными, что приводит к неравномерному заполнению пассажирами салонов автобусов и троллейбусов. Это способствует недоиспользованию более вместительного или перегрузке менее вместительного подвижного состава и даже отказу в посадке пассажирам.

Возникает актуальная проблема совмещения автобусных и троллейбусных маршрутов, исходя из необходимой расчетной длительности интервалов и последовательности движения подвижного состава в пределах совмещенного участка.

### **Анализ последних исследований и публикаций**

Важной задачей в решении проблемы совершенствования городских пассажирских перевозок является обеспечение надлежащей организации движения автобусов на совместных участках соответствующих автобусных и троллейбусных маршрутов в условиях развития автобусных пассажирских перевозок, городского электротранспорта и недостаточного развития улично-дорожной сети городов. Значимые научные разработки в сформулированной проблеме сконцентрированы в работах И. В. Спирина, Л. Б. Миротина, А. Ю. Михайлова, Н. Б. Островского, Д. И. Самойлова и др. [1–4]. Указанные работы посвящены вопросам организации движения автобусов на отдельных маршрутах. Вопрос относительно организации

движения на совместных участках, тем более с троллейбусными маршрутами, рассматривались как частный случай в виде взаимодействия на таких участках только двух маршрутов. Данные аспекты раскрывают необходимость обращения особого внимания на сформулированную задачу согласования автобусных и троллейбусных маршрутов в условиях их совмещения вдоль городской улицы.

**Целью исследования является** формулировка общих подходов к совмещению автобусного и троллейбусного маршрутов.

### **Изложение основного материала исследования**

Классический расчет необходимого количества автобусов или троллейбусов на маршруте производится по формуле [5–7]:

$$A = \frac{Q \cdot T_{об}}{60 \cdot q}, \quad (1)$$

где  $A$  – расчетное количество автобусов или троллейбусов на маршруте в период максимального пассажиропотока, ед.;

$Q$  – максимальный часовой пассажиропоток на наиболее наполненном участке маршрута, пасс.;

$T_{об}$  – время оборота, мин;

$q$  – пассажироместимость автобуса или троллейбуса, пасс.

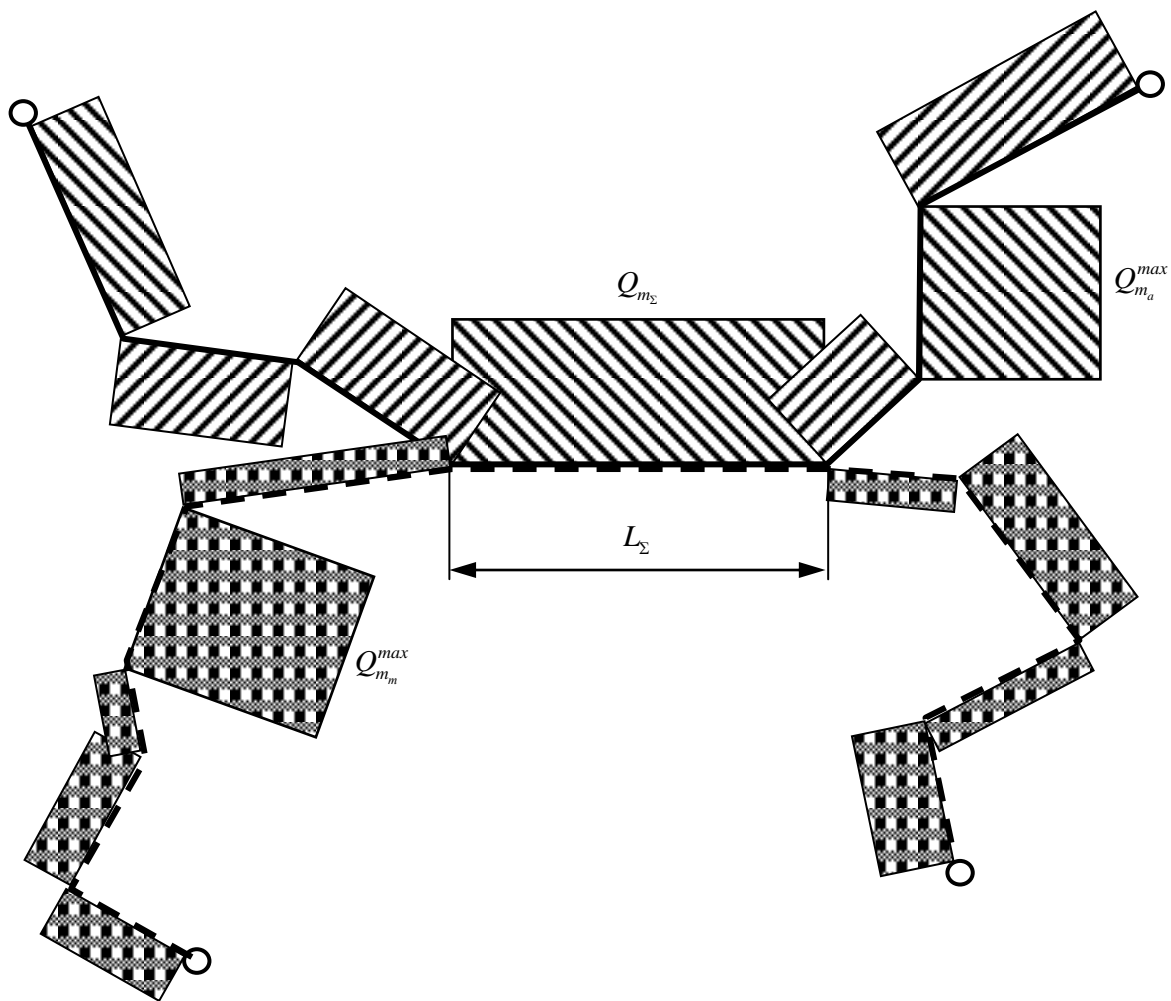
Корректировка (1) осуществляется посредством коэффициента дефицита, где учитывается фактическое количество технически годных к эксплуатации автобусов или троллейбусов. Для осуществления требования выполнения транспортной работы на отдельном автобусном маршруте, на отдельном троллейбусном маршруте и на совмещенном участке указанных двух маршрутов необходимо значение (1) рассчитывать для соответствующих участков максимального пассажиропотока маршрутов и отдельно для участка совмещенного. Необходимо также отметить, что максимальный часовой пассажиропоток на наиболее наполненном участке маршрута  $Q$  предполагается на всей протяженности маршрута.

Указанный выше подход реализуется в соответствии с рисунком 1.

Выяснено, что главным принципом в подходе к организации движения городского пассажирского автобусного транспорта на совмещенных участках маршрутов является принцип формирования последовательного прибытия автобусов и троллейбусов на пункты остановки совмещенных участков. Последовательность прибытия автобусов и троллейбусов определяется интервалом движения.

Выбирается интервал движения из маршрутов автобусов или троллейбусов, значение которого является наименьшим из всех значений по совмещенным маршрутам [8, 9]. Минимальным интервалом движения автобусов или троллейбусов приводятся интервалы других маршрутов в кратность данному, путем увеличения или уменьшения количества автобусов или троллейбусов на маршруте, указанный интервал обеспечивает порядок движения автобусов и троллейбусов без смещения интервалов во времени на совместных участках.

Вместе с этим предлагается формировать комбинацию прибытия автобусов и троллейбусов на совместных участках с учетом наполнения салона автобусов и троллейбусов пассажирами, то есть за автобусами маршрута со значительной наполняемостью должны прибывать автобусы маршрута с незначительной наполняемостью, аналогично и троллейбусы.



———— на автобусном маршруте;

----- на троллейбусном маршруте;

- · - · - · на совмещенном участке;

$Q_{m_m}^{max}$  – максимальный пассажиропоток на участке троллейбусного маршрута;

$Q_{m_a}^{max}$  – максимальный пассажиропоток на участке автобусного маршрута;

$Q_{m_Σ}$  – максимальный пассажиропоток на совмещенном участке автобусного и троллейбусного маршрутов;

$L_Σ$  – длина совмещенного участка автобусного и троллейбусного маршрутов

Рисунок 1 – Формирование трех условий обеспечения перевозки максимального пассажиропотока

Наполняемость салона пассажирского маршрутного транспортного средства в среднем сейчас предлагается определять по следующей формуле [4, 5]:

$$K_n^n = \frac{Q_{maxn} \cdot K_{\text{вз}} \cdot T_{\text{об}} \cdot l_{in} \cdot K_n}{A \cdot q \cdot T_k \cdot L_M} \quad (2)$$

$$K_n^n = \left( \frac{Q_{maxn}}{A \cdot q} \right) \cdot \left( \frac{l_{in}}{L_M} \right) \cdot \left( \frac{T_{\text{об}}}{T_k} \right) \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n, \quad (3)$$

где  $\left( \frac{Q_{maxn}}{A \cdot q} \right)$  – частица использования вместительности маршрута пассажирами из

расчета движения одного пассажира вдоль всего маршрута, ед.; формирует основу для коэф-

коэффициента наполняемости автобусов;

$\left(\frac{l_{in}}{L_m}\right)$  – значение, обратное для коэффициента сменности пассажиров на маршруте из

расчета, что отдельный пассажир едет не вдоль всего маршрута, а среднее расстояние  $l_{in}$ , ед.; уменьшает наполняемость за счет сменности пассажиров в автобусах или троллейбусах;

$\left(\frac{T_{об}}{T_k}\right)$  – значение, обратное для частицы времени в продолжительности оборота на

маршруте, которая израсходована на движение в контактный период вдоль совместных участков маршрутов, ед.; увеличивает наполняемость за счет наличия совместных участков движения;

$(K_{вз} \cdot K_n)$  – коэффициент, который учитывает неравномерность пассажиропотока по времени, ед.

Основной целью согласования движения автобусов и троллейбусов на маршрутах с совместными участками движения должно быть создание положительных условий для перевозки пассажиров в виде сокращения времени ожидания на остановках транспорта. Сокращение времени ожидания требует формулирования двух целевых функций:

– сократить время ожидания пассажиров, которые намерены двигаться только в границах совместных участков автобусных и троллейбусных маршрутов;

– сократить время ожидания пассажиров, которые намерены двигаться по конкретному автобусному или троллейбусному маршруту.

Проанализируем запись (2).

Общее количество пассажиров на маршруте будет составлять:

$$A \cdot q \cdot K_n^n = \frac{Q_{maxn} \cdot K_{вз} \cdot T_{об} \cdot l_{in} \cdot K_n}{T_k \cdot L_m}. \quad (4)$$

Общее количество пассажиров на маршруте с учетом средней дальности поездки пассажиров будет составлять:

$$A \cdot q \cdot K_n^n \cdot \frac{L_m}{l_{in}} = \frac{Q_{maxn} \cdot K_{вз} \cdot T_{об} \cdot K_n}{T_k}. \quad (5)$$

Обобщенное уравнение баланса количества пассажиров на маршруте:

$$A \cdot q \cdot K_n^n \cdot \frac{L_m}{l_{in}} = Q_{maxn} \cdot K_{вз} \cdot K_n \cdot \frac{T_{об}}{T_k}. \quad (6)$$

Исходя из уравнения (6), можно сделать вывод, что для маршрутов в условиях наличия совмещенных участков, множитель  $\frac{T_{об}}{T_k}$  обеспечивает кратное увеличение количества перевезенных пассажиров на маршруте в правой части уравнения, при этом не выполняются соотношения по единицам измерения,  $T_{об}$  в часах, а множитель  $\frac{T_{об}}{T_k}$  дает единицы.

Найденное несоответствие в уравнении баланса перевезенных на маршруте пассажиров в течение времени оборота (6) и соответственно (2) и (3), требует записи нового уравнения исходя из последовательного и правильного учета наличия совмещенного участка автобусного и троллейбусного маршрутов.

Правильный баланс количества перевезенных пассажиров на автобусном маршруте за время оборота будет иметь вид:

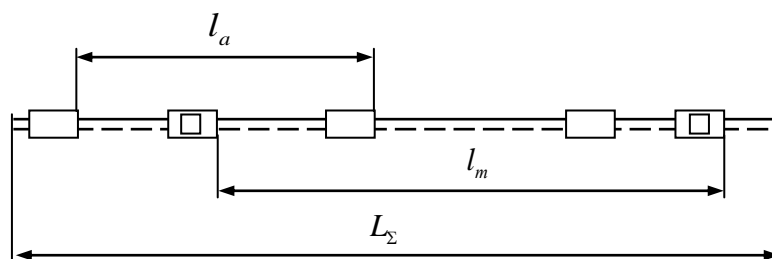
$$A \cdot q \cdot K_n^n \cdot \frac{L_M}{l_{in}} = Q_{maxn} \cdot K_{\text{сз}} \cdot K_n \cdot T_{об}. \quad (7)$$

Совмещенный участок маршрутов зачастую принадлежит наиболее загруженной ветке улично-дорожной сети города, при этом наблюдается на указанном участке максимальный пассажиропоток, т. е.:

$$Q_{m_{\Sigma}} > Q_{ma}, \quad Q_{m_{\Sigma}} > Q_{mm}. \quad (8)$$

В случае (8) организация работы подвижного состава на двух совмещенных маршрутах автобусов и троллейбусов требует отдельного условия, которое будет выведено далее.

Процесс формирования определенного количества транспортных средств на совмещенном участке маршрутов, одновременно на нем находящихся, показан на рисунке 2.



$l_a$  – пространственный интервал движения автобусов на маршруте;

$l_m$  – пространственный интервал движения троллейбусов на маршруте;

$L_{\Sigma}$  – длина совмещенного участка маршрутов

Рисунок 2 – Формирование определенного количества транспортных средств на совмещенном участке маршрутов, одновременно на нем находящихся

Пространственные интервалы определяют количество транспортных средств на совмещенном участке и пропорциональны технической скорости и интервалам движения.

Запишем основные соотношения для пространственных интервалов движения:

$$l_a = I_a \cdot V_{m_a}; \quad (9)$$

$$l_m = I_m \cdot V_{m_m}, \quad (10)$$

где  $I_a, I_m$  – интервалы движения во времени автобусов и троллейбусов;

$V_{m_a}, V_{m_m}$  – технические скорости движения на маршрутах автобусов и троллейбусов.

Исходя из полученных значений интервалов (9) и (10), а также учитывая, что последний интервал из своего количества по краям определяет два пассажирских транспортных средства, получим:

$$\frac{L_{\Sigma}}{l_a} + 1 = A_a; \quad (11)$$

$$\frac{L_{\Sigma}}{l_m} + 1 = A_m. \quad (12)$$

Уравнение (7) и значения (11) и (12) дают возможность связать полученное количество пассажирских транспортных средств с характеристиками перевозочного процесса:

$$A_a = \frac{Q_{ma} \cdot K_{\text{сз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a \cdot T_{\Sigma}}{q_a \cdot K_n^n \cdot L_{\Sigma}}; \quad (13)$$

$$A_m = \frac{Q_{mm} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m}{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot L_\Sigma} \cdot T_\Sigma, \quad (14)$$

где  $T_\Sigma$  – время движения по совмещенному участку маршрутов.

Для обеспечения транспортной работы в пределах совмещенного участка значения (11), (12) и (13), (14) необходимо приравнять:

$$\frac{L_\Sigma}{l_a} + 1 = \frac{Q_{ma} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a}{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot L_\Sigma} \cdot T_\Sigma; \quad (15)$$

$$\frac{L_\Sigma}{l_m} + 1 = \frac{Q_{mm} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m}{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot L_\Sigma} \cdot T_\Sigma. \quad (16)$$

Пространственные интервалы в формулах (15) и (16) необходимо выразить через значения (9) и (10):

$$\frac{L_\Sigma}{I_a \cdot V_{m_a}} + 1 = \frac{Q_{ma} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a}{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot L_\Sigma} \cdot T_\Sigma; \quad (17)$$

$$\frac{L_\Sigma}{I_m \cdot V_{m_m}} + 1 = \frac{Q_{mm} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m}{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot L_\Sigma} \cdot T_\Sigma. \quad (18)$$

Из рисунка 1 видно, что совмещенный участок маршрутов формирует единый часовой пассажиропоток, который необходимо обеспечить подвижным составом, следовательно:

$$Q_\Sigma = Q_{ma} + Q_{mm} + \Delta Q_\Sigma, \quad (19)$$

где  $\Delta Q_\Sigma$  – пассажиропоток на совмещенном участке, который обусловлен движением пассажиров только в пределах указанного участка, пасс/ч.

Выразим (17) и (18) относительно пассажиропотоков:

$$\frac{L_\Sigma}{I_a \cdot V_{m_a}} = \frac{Q_{ma} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a}{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot L_\Sigma} \cdot T_\Sigma - 1; \quad (20)$$

$$\frac{L_\Sigma}{I_m \cdot V_{m_m}} = \frac{Q_{mm} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m}{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot L_\Sigma} \cdot T_\Sigma - 1; \quad (21)$$

$$1 = \frac{Q_{ma} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a}{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot (L_\Sigma)^2} \cdot T_\Sigma \cdot I_a \cdot V_{m_a} - \frac{I_a \cdot V_{m_a}}{L_\Sigma}; \quad (22)$$

$$1 = \frac{Q_{mm} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m}{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot (L_\Sigma)^2} \cdot T_\Sigma \cdot I_m \cdot V_{m_m} - \frac{I_m \cdot V_{m_m}}{L_\Sigma}; \quad (23)$$

$$\frac{Q_{ma} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a}{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot (L_\Sigma)^2} \cdot T_\Sigma \cdot I_a \cdot V_{m_a} = 1 + \frac{I_a \cdot V_{m_a}}{L_\Sigma}; \quad (24)$$

$$\frac{Q_{mm} \cdot K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m}{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot (L_\Sigma)^2} \cdot T_\Sigma \cdot I_m \cdot V_{m_m} = 1 + \frac{I_m \cdot V_{m_m}}{L_\Sigma}; \quad (25)$$

$$Q_{ma} = \frac{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a \cdot T_\Sigma \cdot I_a \cdot V_{m_a}} + \frac{I_a \cdot V_{m_a} \cdot q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a \cdot L_\Sigma \cdot T_\Sigma \cdot I_a \cdot V_{m_a}}; \quad (26)$$

$$Q_{mm} = \frac{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_m \cdot T_\Sigma \cdot I_m \cdot V_{m_m}} + \frac{I_m \cdot V_{m_m} \cdot q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_m \cdot L_\Sigma \cdot T_\Sigma \cdot I_m \cdot V_{m_m}}; \quad (27)$$

$$Q_{ma} = \frac{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_a \cdot T_\Sigma \cdot I_a \cdot V_{m_a}} + \frac{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot L_\Sigma}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_a \cdot T_\Sigma}; \quad (28)$$

$$Q_{mm} = \frac{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_m \cdot T_\Sigma \cdot I_m \cdot V_{m_m}} + \frac{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot L_\Sigma}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_m \cdot T_\Sigma}. \quad (29)$$

С учетом (28) и (29) условие совмещения двух маршрутов на участке для выполнения общей транспортной работы, без совместных потерь в транспортной работе, а также с учетом возможности уменьшения интервала движения троллейбусов, и более привлекательной тарифной политикой троллейбусных перевозок, будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_\Sigma = Q_{ma} + (Q_{mm} + \Delta Q_\Sigma), \\ Q_{ma} = \frac{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_a \cdot T_\Sigma \cdot I_a \cdot V_{m_a}} + \frac{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot L_\Sigma}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_a \cdot T_\Sigma}, \\ Q_{mm} + \Delta Q_\Sigma = \frac{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot (L_\Sigma)^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_m \cdot T_\Sigma \cdot I_m \cdot V_{m_m}} + \frac{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot L_\Sigma}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{\text{ин}})_m \cdot T_\Sigma}. \end{array} \right. \quad (30)$$

Сформулированное условие (30) обеспечивает требуемую наполняемость салонов автобусов и троллейбусов в пределах совмещенного участка маршрутов. Указанное условие нивелирует конкуренцию автобусов и троллейбусов на уровне наполняемости салонов.

Дальнейшее исследование необходимо провести на предмет учета разницы тарифов при организации троллейбусных и автобусных городских перевозок.

В настоящее время в г. Горловке (ДНР) тарифы на перевозку фиксированные и составляют:

– 9 руб. на перевозки пассажира троллейбусом;

– 18 руб. на перевозки пассажира автобусом.

Проведем обозначение на тариф на перевозку одного пассажира:

$T_{n_m}$  – тариф на перевозки пассажира троллейбусом;

$T_{n_a}$  – тариф на перевозки пассажира автобусом.

Соотношение между тарифами формализуем следующим образом:

$$k = \frac{T_{n_m}}{T_{n_a}} < 1. \quad (31)$$

Предлагается учесть тарифную политику в рамках стабилизации финансовых аспектов между автобусными и троллейбусными маршрутами путем принудительной корректировки объемов пассажиропотоков на совмещенном участке кратно тарифам в сторону увеличения пассажиропотока для троллейбусов и уменьшения в сторону автобусов. Указанный способ можно также реализовать на практике, т. к. принципиальной разницы в условиях движения в автобусах и в троллейбусах практически нет, а финансовая разница для пассажира – существенная.

С учетом сказанного выше, запишем условие (30) в усовершенствованном виде:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 Q_{\Sigma} = k_1 \cdot Q_{ma} + k_2 \cdot (Q_{mm} + \Delta Q_{\Sigma}), \\
 k_1 = \frac{T_{n_m} \cdot Q_{\Sigma}}{T_{n_m} \cdot Q_{ma} + T_{n_a} \cdot Q_{mm}}, \\
 k_2 = \frac{T_{n_a} \cdot Q_{\Sigma}}{T_{n_m} \cdot Q_{ma} + T_{n_a} \cdot Q_{mm}}, \\
 k_1 \cdot Q_{ma} = \frac{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot (L_{\Sigma})^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a \cdot T_{\Sigma} \cdot I_a \cdot V_{m_a}} + \frac{q_a \cdot K_{n_a}^n \cdot L_{\Sigma}}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_a \cdot T_{\Sigma}}, \\
 k_2 \cdot (Q_{mm} + \Delta Q_{\Sigma}) = \frac{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot (L_{\Sigma})^2}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m \cdot T_{\Sigma} \cdot I_m \cdot V_{m_m}} + \frac{q_m \cdot K_{n_m}^n \cdot L_{\Sigma}}{K_{\text{вз}} \cdot K_n \cdot (l_{in})_m \cdot T_{\Sigma}}.
 \end{array} \right. \quad (32)$$

### Выводы

Таким образом, в работе сформулированы общие подходы к совмещению автобусного и троллейбусного маршрутов.

Получено условие формирования характеристик транспортной работы автобусов и троллейбусов в пределах совмещенного участка, которые далее необходимо распространять на оставшиеся участки отдельных маршрутов. Условие обеспечивает требуемую наполняемость салонов автобусов и троллейбусов в пределах совмещенного участка, что уменьшает конкурентную борьбу. В указанное условие введено соотношение тарифов на перевозку автобусами и троллейбусами, что позволит уравновесить доходы от перевозочного процесса автобусами и троллейбусами в пределах работы на совмещенном участке маршрутов.

В дальнейшем необходимо рассмотреть пути реализации сформулированного условия на практике посредством изменения интервала движения и технической скорости при этом.

### Список литературы

1. Спирин, И. В. Городские автобусные перевозки : справочник / И. В. Спирин. – Москва : Транспорт, 1991. – 238 с. – ISBN 5-227-01139-0.
2. Варелопуло, Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г. А. Варелопуло. – Москва : Транспорт, 1990. – 207 с. – ISBN 5-277-00401-7.
3. Антоношвили, М. Е. Оптимизация городских автобусных перевозок / М. Е. Антоношвили, С. Ю. Либерман, И. В. Спирин. – Москва : Транспорт, 1985. – 102 с.
4. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1990. – 239 с. – ISBN 5-277-00375-4.
5. Волошин, С. О. Необхідність координації інтервалів руху автобусів на сумісних ділянках двох незалежних міських маршрутів / С. О. Волошин, М. С. Виноградов. – Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2008. – № 1(6). – С. 126–131.
6. Давидич, Ю. А. Исследование закономерностей изменения параметров перевозки пассажиров в зависимости от вместимости транспортных средств городского пассажирского транспорта / Ю. А. Давидич // Коммунальное хозяйство городов. – № 55. – С. 147–151.
7. Доля, В. К. Теоретические основы и методы организации маршрутных автобусных перевозок пассажиров в крупнейших городах : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Доля Виктор Константинович ; Московский автомобильно-дорожный институт. – Москва, 1993. – 301 с.
8. Кузьменко, Н. В. Формування підходу до організації міських пасажирських перевезень на сумісних ділянках руху / Н. В. Кузьменко, О. М. Дудніков, М. С. Виноградов // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2009. – № 2(9). – С. 52–59.
9. Дудніков, О. М. Методика розробки розкладу руху автобусів різних маршрутів з урахуванням сумісної ділянки їх руху / О. М. Дудніков, М. С. Виноградов, І. М. Золотухіна // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2010. – № 2(11). – С. 21–31.



*Н. Н. Дудникова, Н. С. Горючков*  
*Автомобильно-дорожный институт*  
**ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**  
**Общие подходы к совмещению автобусного и троллейбусного маршрутов**

В последние годы в городах ДНР резко возросло количество автобусных маршрутов, которые обслуживаются подвижным составом, принадлежащим нескольким частным предприятиям или владельцам, а также введен муниципальный автобусный транспорт. Вместе с этим сохраняет свои позиции в объемах перевозок городской электротранспорт в рамках троллейбусных маршрутов. Указанное раскрывает появление значительной конкуренции на прибыль.

Водители автобусов стремятся обеспечить максимальную наполняемость салона автобуса, что увеличивает скорость и интенсивность движения на маршрутах, приводит к уменьшению нормативной длительности простоя автобусов на остановочных пунктах. Отмеченные аспекты приводят к дополнительным сложностям в условиях движения автобусов на совмещенных участках маршрутов с троллейбусным движением, где присутствуют обгоны автобусов разных маршрутов и троллейбусов в том числе, возникают изменения интервалов движения с возможными нарушениями правил дорожного движения и снижением качества обслуживания пассажиров. Кроме этого, на маршрутах используют автобусы разной вместительности, а интервалы движения остаются равными, что приводит к неравномерному заполнению пассажирами салонов автобусов и троллейбусов. Это способствует недоиспользованию более вместительного или перегрузке менее вместительного подвижного состава и даже отказу в посадке пассажирам.

Возникает актуальная проблема совмещения автобусных и троллейбусных маршрутов, исходя из необходимой расчетной длительности интервалов и последовательности движения подвижного состава в пределах совмещенного участка.

В работе сформулированы общие подходы к совмещению автобусного и троллейбусного маршрутов.

Получено условие формирования характеристик транспортной работы автобусов и троллейбусов в пределах совмещенного участка, которые далее необходимо распространять на оставшиеся участки отдельных маршрутов. Условие обеспечивает требуемую наполняемость салонов автобусов и троллейбусов в пределах совмещенного участка, что уменьшает конкурентную борьбу. В указанное условие введено соотношение тарифов на перевозку автобусами и троллейбусами, что позволит уравновесить доходы от перевозочного процесса автобусами и троллейбусами в пределах работы на совмещенном участке маршрутов.

В дальнейшем необходимо рассмотреть пути реализации сформулированного условия на практике посредством изменения интервала движения и технической скорости при этом.

**ПЕРЕВОЗКИ ГОРОДСКИЕ, МАРШРУТ АВТОБУСНЫЙ И ТРОЛЛЕЙБУСНЫЙ, УЧАСТОК СОВМЕЩЕННЫЙ, НАПОЛНЯЕМОСТЬ САЛОНА**

*N. N. Dudnikova, N. S. Goriuchkov*  
*Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka*  
**General Approaches to Combining Bus and Trolleybus Routes**

In recent years, the number of bus routes in the cities of the DPR, which are served by rolling stock owned by several private enterprises or owners, has increased dramatically and the municipal bus transport has also been introduced. At the same time, urban electric transport within the framework of trolleybus routes retains its positions in traffic volumes. This reveals the emergence of significant competition for profits.

Bus drivers strive to ensure maximum occupancy of the bus cabin, which increases the speed and intensity of the traffic on the routes, leads to a decrease in the standard duration of bus idle time at stopping points. The noted aspects lead to additional difficulties in the conditions of bus traffic on combined sections of routes with trolleybus traffic, where there are overtaking buses of different routes and trolleybuses, including changes in traffic intervals with possible violations of traffic rules and a decrease in the quality of passenger service. In addition, buses of different capacity are used on the routes, and the intervals of movement remain equal, which leads to uneven passenger filling of the passenger compartments of buses and trolleybuses. This contributes to the underutilization of more spacious, or the overload of less spacious rolling stock and even the denial of boarding to passengers. There is an urgent problem of combining bus and trolleybus routes, based on the required estimated duration of the intervals and the sequence of movement of the rolling stock within the combined section.

The paper formulates general approaches to combining bus and trolleybus routes.

The condition for the formation of the characteristics of the transport operation of buses and trolleybuses within the combined section is obtained, which then need to be extended to the remaining sections of individual routes. The condition ensures the required occupancy of the interiors of buses and trolleybuses within the combined area, which reduces competition. The specified condition includes the ratio of tariffs for transportation by buses and trolleybuses, which will make it possible to balance the income from the transportation process by buses and trolleybuses within the limits of work on a combined section of routes.

Next, it is necessary to consider ways to implement the formulated condition in practice, by changing the interval of movement and technical speed at the same time.

URBAN TRANSPORTATION, BUS AND TROLLEYBUS ROUTE, COMBINED SECTION, COMPARTMENT CAPACITY

**Сведения об авторах:**

**Н. Н. Дудникова**

SPIN-код РИНЦ: 1424-1363

Телефон: +7 (949) 412-79-04

Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

**Н. С. Горючков**

Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

*Статья поступила 09.03.2023*

*© Н. Н. Дудникова, Н. С. Горючков, 2023*

*Рецензент: Т. А. Самисько, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»*