

DOI: 10.12731/2227-930X-2025-15-3-391

EDN: MQGVXY

УДК 656.025.2



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

## ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫДЕЛЕННЫХ ПОЛОС ДЛЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

*И.Н. Котенкова, В.И. Рассоха, Д.А. Дрючин*

### **Аннотация**

**Обоснование.** В данной статье авторами приведены результаты обзора научных работ в области повышения эффективности использования городской улично-дорожной сети на основе реализации мероприятий по организации приоритетного движения городского пассажирского транспорта общего пользования. Отмечено отсутствие сформированной и структурированной научной и нормативно-правовой базы в области определения условий целесообразной организации выделенных полос для движения транспортных средств городского пассажирского транспорта общего пользования.

В качестве одного из возможных решений обозначенной проблемы предложен критерий оценки целесообразности организации выделенных полос, разработана методика расчёта данного критерия, определяемого с учётом перераспределения транспортных потоков между смежными участками городской улично-дорожной сети.

**Цель** – повышение эффективности использования городской улично-дорожной сети на основе обеспечения приоритетных условий движения городского пассажирского транспорта общего пользования.

**Материалы и методы.** В работе реализованы методы математического и статистического анализа, методы планирования натурного эксперимента, теория вероятности. Статья базируется на комплексе источников, включающих в себя: документацию нормативно-право-

вого характера и научные работы в области организации движения и организации городских пассажирских перевозок.

**Результаты.** В статье предложен критерий оценки целесообразности организации выделенной полосы на участке городской улично-дорожной сети, разработана методика расчёта значений предложенного показателя с учётом интенсивности движения транспортных средств, структуры транспортных потоков и особенностей организации дорожного движения. На основе предложенных расчётных формул разработана математическая модель, позволяющая выявить параметрическую область, характеризующую условия, определяющие целесообразность организации выделенной полосы для движения транспортных средств городского пассажирского транспорта общего пользования.

**Область применения результатов:** научно-исследовательская деятельность в области организации городских пассажирских перевозок и организации движения; решение прикладных задач, связанных с разработкой схем организации дорожного движения и организации работы городского пассажирского транспорта.

**Ключевые слова:** пассажирские перевозки; организация дорожного движения; выделенная полоса для общественного транспорта; моделирование транспортного процесса

**Для цитирования.** Котенкова, И. Н., Рассоха, В. И., & Дрючин, Д. А. (2025). Оценка целесообразности организации выделенных полос для городского пассажирского транспорта общего пользования на участке улично-дорожной сети. *Transportation and Information Technologies in Russia*, 15(3), 182–202. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2025-15-3-391>

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

## ASSESSMENT OF THE EXPEDIENCY OF ORGANIZING DEDICATED LANES FOR PUBLIC URBAN PASSENGER TRANSPORT ON A SECTION OF THE ROAD NETWORK

*I.N. Kotenkova, V.I. Rassokha, D.A. Dryuchin*

### *Abstract*

**Background.** In this article, the authors present the results of a review of scientific work in the field of improving the efficiency of the urban road

network based on the implementation of measures to organize the priority movement of public urban passenger transport. The absence of a well-formed and structured scientific and regulatory framework in the field of determining the conditions for the expedient organization of dedicated lanes for public urban passenger transport was noted.

As one of the solutions to this problem, a criterion has been proposed for assessing the feasibility of organizing dedicated lanes, and a methodology has been developed for calculating this criterion, which is determined taking into account the redistribution of traffic flows between adjacent sections of the urban road network.

**Purpose.** Improving the efficiency of using the urban road network based on ensuring priority traffic conditions for public urban passenger transport.

**Materials and methods.** The paper implements methods of mathematical and statistical analysis, methods of planning a field experiment, and probability theory. Statistical analysis was used in this work. The article is based on a set of sources, including: documentation of a regulatory nature and scientific work in the field of traffic management and organization of urban passenger transportation.

**Results.** The article proposes a criterion for assessing the feasibility of organizing a dedicated lane on a section of the urban road network, and develops a methodology for calculating the values of the proposed indicator, taking into account the intensity of vehicle traffic, the structure of traffic flows, and the specifics of traffic management. Based on the proposed calculation formulas, a mathematical model has been developed that makes it possible to identify a parametric area characterizing the conditions determining the expediency of organizing a dedicated lane for public urban passenger transport.

**Scope of application of the results:** scientific and research activities in the field of urban passenger transportation and traffic management; solving applied problems related to the development of traffic management schemes and the organization of urban passenger transport.

**Keywords:** passenger transportation; traffic management; dedicated lane for public transport; modeling of the transport process

**For citation.** Kotenkova, I. N., Rassokha, V. I., & Dryuchin, D. A. (2025). Assessment of the expediency of organizing dedicated lanes for public urban passenger transport on a section of the road network. *Transportation and Information Technologies in Russia*, 15(3), 182–202. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2025-15-3-391>

## **Введение**

В связи с ростом уровня автомобилизации для большинства крупных городов индустриально развитых стран с каждым годом все более актуальной становится проблемы, обусловленные перегруженностью улично-дорожной сети (УДС). Следствиями обозначенной проблемы являются образование дорожных заторов, снижение скорости сообщения и рост потерь времени населения на перемещения.

Решением данной проблемы является увеличение доли населения, передвигающегося посредством городского пассажирского транспорта общего пользования (ГПТОП). Данная цель может быть достигнута за счёт повышения качества транспортного обслуживания населения по таким показателям, как экономическая доступность и скорость сообщения.

Одним из методов, обеспечивающих решение указанной задачи, является организация выделенных полос для движения транспортных средств (ТС) ГПТОП.

На практике решение о целесообразности организации выделенных полос для движения ГПТОП зачастую принимается без учета характеристик транспортного потока, пропускной способности проезжей части и особенностей организации дорожного движения. При таком подходе организация выделенных полос в ряде случаев является не только неэффективным, но и усугубляет имеющиеся проблемы. Следовательно, существует потребность в разработке критериев и методик обоснования целесообразности организации выделенных полос для движения ГПТОП, что определяет актуальность данного исследования.

В настоящее время отсутствует комплексная система нормативного и правового обеспечения вопроса целесообразности организации выделенных полос для движения ТС ГПТОП. Исходя из актуальности проблемы, решение обозначенных задач лежит в сфере деятельности ряда научных школ, результаты работы которых отражены в трудах отечественных и зарубежных учёных [1; 3; 8-12; 15; 16; 20; 21; 22].

Одной из фундаментальных работ в рассматриваемой области является научная работа С.И. Смирнова [17], в которой приведено решение задачи предварительной оценки изменения среднего времени проезда ТС участка УДС с учётом влияния выделенной полосы для ТС ГПТОП. В работе учтено влияние интенсивности и состава потока неприоритетных ТС, их динамических качеств, а также ряда других факторов.

Исследования М.Р. Якимова [18] направлены на разработку методики определения целесообразности выделения полосы для движения ГПТОП на участке УДС. В качестве критерия целесообразности реализации данного мероприятия предложено время превышения суммарных задержек участников движения при организации выделенной полосы для движения общественного транспорта относительно суммарных задержек для случая, когда общественный транспорт движется в общем потоке.

Схожие исследования проведены учёными А.Э. Горевым, А.М. Дацюком, О.В. Поповой и другими авторами [4; 5; 14]. В указанных трудах приведено обоснование критериев качества управления транспортными потоками, представлена методика организации приоритетного движения ГПТОП.

А.М. Белова в своих работах предложила классификацию критериев целесообразности выделения полос для движения ГПТОП [2]. Исходя из критерия минимизации потерь времени пассажиров ГПТОП, водителей и пассажиров личного транспорта в период наибольшей интенсивности движения автором предложена методика оценки целесообразности выделения полосы для движения ГПТОП.

В.В. Зырянов и А.А. Мирончук в своих работах [7] представили результаты исследования условий организации приоритетных полос прерывного действия и использование компонентов интеллектуальных транспортных систем для управления транспортными потоками.

В рамках развития рассматриваемой темы, в отличии от известных научных работ, в качестве критерия оценки целесообразности организации выделенной полосы предложено перейти к относительному (удельному) показателю эффективности, использовать величину изменения средней скорости перемещения пассажиров всех ТС в рамках рассматриваемого участка УДС ( $\Delta v_{CP}$ ). Дополнительно учтено перераспределение транспортных потоков в часы пик с рассматриваемого участка УДС, имеющего выделенную полосу для движения ТС ОГПТ, на смежные участки той же направленности.

Оценка изменения средней скорости перемещения совокупности пассажиров рассматриваемого направления может быть выполнена, исходя из величины  $\Delta v_{CP,II}$ :

$$\Delta v_{CP,II} = v_{CP,+II} - v_{CP,-II}, \quad (1)$$

где  $v_{CP,+II}$  – средняя скорость передвижения пассажиров при схеме организации движения с выделенной полосой для движения ГПТОП, км/ч;  $v_{CP,-II}$  – средняя скорость передвижения пассажиров при схеме организации движения без выделенной полосой для движения ГПТОП, км/ч.

Организация выделенной полосы целесообразна при  $\Delta v_{CP} > 0$ . Значения средних скоростей передвижения пассажиров определяются, исходя из скорости движения и средней наполняемости салона ТС различных категорий, передвигающихся в рамках рассматриваемого участка УДС по совокупности односторонних городских улиц. Вычисление данного показателя при организации выделенной полосы для движения ТС ГПТОП производится по формуле:

$$v_{CP,+II} = \frac{\sum_{i=1}^k (\bar{v} \cdot n_i \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i + \bar{v}_c \cdot n_{ic} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) + \sum_{j=1}^m (\bar{v} \cdot n_{jII} \cdot \Pi_{jII} \cdot \gamma_{jII})}{\sum_{i=1}^k (n_i \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i + n_{ic} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) + \sum_{j=1}^m (n_{jII} \cdot \Pi_{jII} \cdot \gamma_{jII})}, \quad (2)$$

где  $\bar{v}$  – средняя скорость движения ТС на рассматриваемом участке УДС вне выделенной полосы, км/ч;  $n_i$  – интенсивность движения ТС  $i$ -ой категории на рассматриваемом участке УДС вне выделенной полосы, ед./ч;  $\Pi_i$  – пассажировместимость ТС  $i$ -ой категории, пасс.;  $\gamma_i$  – коэффициент использования пассажировместимости  $i$ -ой категории ТС, двигающихся вне выделенной полосы;  $\bar{v}_c$  – средняя скорость движения ТС на смежном участке УДС, не имеющем выделенной полосы ГПТОП при организации выделенной полосы на рассматриваемом участке, км/ч;  $n_{iC}$  – интенсивность движения ТС  $i$ -ой категории на смежном участке УДС при организации выделенной полосы на рассматриваемом участке, ед./ч;  $\bar{v}_{jH}$  – средняя скорость сообщения при движении ТС ГПТОП по выделенной полосе, км/ч;  $n_{jH}$  – интенсивность движения ТС  $j$ -ой категории, двигающихся по выделенной полосе, ед./ч;  $\Pi_{jH}$  – пассажировместимость ТС  $j$ -ой категории, двигающихся по выделенной полосе, пасс.;  $\gamma_{jH}$  – коэффициент использования пассажировместимости  $j$ -ой категории ТС, двигающихся по выделенной полосе;  $k$  – количество категорий ТС, движущихся вне выделенной полосы;  $m$  – количество категорий ТС, движущихся по выделенной полосе.

Средняя скорость передвижения пассажиров при отсутствии выделенной полосы на рассматриваемом участке УДС определяется по аналогичной формуле:

$$v_{CP-H} = \frac{\bar{v} \cdot \left( \sum_{i=1}^k n_i \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i + \sum_{j=1}^m n_{jH} \cdot \Pi_{jH} \cdot \gamma_{jH} \right) + \bar{v}_c \cdot \sum_{i=1}^k (n_{iC} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i)}{\sum_{i=1}^k (n_i \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i + n_{iC} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) + \sum_{j=1}^m (n_{jH} \cdot \Pi_{jH} \cdot \gamma_{jH})}. \quad (3)$$

Показатель интенсивности движения ТС  $i$ -ой категории на участке УДС определён для двух условий: насыщенного и ненасыщенного транспортного потока. При насыщенном транспортном потоке интенсивность движения ТС  $i$ -ой категории определяется по формуле:

$$n_i = M_H \cdot b_i \cdot D_i, \quad (4)$$

где  $M_H$  – величина потока насыщения одной полосы рассматриваемого участка УДС, ед/час.;  $b_i$  – количество полос, доступных

для движения ТС  $i$ -ой категории, ед.;  $\varDelta_i$  – доля ТС  $i$ -ой категории в общем потоке ТС, ед.

При организации выделенной полосы интенсивности движения ТС, не относящихся к ГПТОП, определяется по формуле:

$$n_i = p_i \cdot (b_{общ} - b_{п}) \cdot \varDelta_i \quad (5)$$

где  $b_{общ}$  – общее количество полос на наиболее нагруженном направлении проезжей части рассматриваемого участка УДС, ед.;  $b_{п}$  – количество выделенных полос для движения ТС ГПТОП (как правило,  $b_{п} = 1$ ), ед.

Интенсивность движения ТС ГПТОП, движущихся в рамках выделенной полосы, в подавляющем большинстве случаев не превышает значения потока насыщения и определяется, исходя из интервала их движения. Расчёт производится по формуле:

$$n_{пi} = \sum_{a=1}^M \left( \frac{1}{I_{ia}} \right), \quad (6)$$

где  $I_{ia}$  – интервал движения пассажирских ТС  $i$ -ой категории на  $a$ -ом маршруте, час;  $M$  – количество регулярных маршрутов ГПТОП, проходящих через рассматриваемый участок УДС, ед.

В условиях насыщенного транспортного потока средняя скорость движения ТС может быть определена, исходя из величины потока насыщения и динамического габарита ТС:

$$v_i = L_{di} \cdot M_H, \quad (7)$$

где  $L_{di}$  – динамический габарит ТС  $i$ -ой категории, м;  $M_H$  – величина потока насыщения одной полосы рассматриваемого участка УДС, ед/час.

Формула для расчёта динамического габарита [13, 19]:

$$L_{di} = v_i \cdot T_p + \frac{v_i^2}{2 \cdot J_i} + 2L_{Ai}, \quad (8)$$

где  $T_p$  – время реакции водителя, с;  $v_i$  – скорость движения ТС  $i$ -ой категории, м/с;  $J_i$  – среднее замедление ТС  $i$ -ой категории при экстренном торможении, м/с<sup>2</sup>;  $L_{Ai}$  – длина ТС  $i$ -ой категории, м.

Рассмотрим возможные варианты насыщения транспортного потока. Первый вариант: при насыщенных транспортных пото-

как как на рассматриваемом, так и на смежном участках УДС, выражение для расчёта изменения средней скорости перемещения пассажира имеет вид:

$$\Delta v_{1_{CP,II}} = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i^+)^2 \cdot L_{di} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i - \sum_{i=1}^k (n_i^-)^2 \cdot L_{di} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i + \left( \frac{\sum_{i=1}^k (L_{di} \cdot n_i^2)}{v_{di}} - \frac{\sum_{i=1}^k (L_{di} \cdot n_i^-)^2}{1000 \cdot \sum_{i=1}^k (n_i^-)} \right) \sum_{j=1}^m \left( \frac{1}{I_{jdi}} \cdot \Pi_{jdi} \cdot \gamma_{jdi} \right) + \sum_{i=1}^k (n_{iC}^+)^2 \cdot L_{di} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i - \sum_{i=1}^k (n_{iC}^-)^2 \cdot L_{di} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i}{1000 \cdot \sum_{i=1}^k (n_i^- \cdot \gamma_i \cdot (n_i^+ + n_{iC}^-)) + \sum_{j=1}^m (\Pi_{jdi} \cdot \gamma_{jdi})}, \quad (9)$$

где  $n_i^+$  и  $n_i^-$  – интенсивность движения ТС  $i$ -ой категории на рассматриваемом участке УДС вне выделенной полосы при её наличии и отсутствии соответственно, ед./ч;  $n_{iC}^+$  и  $n_{iC}^-$  – интенсивность движения ТС  $i$ -ой категории на смежном участке УДС при наличии и отсутствии выделенной полосы на рассматриваемом участке соответственно, ед./ч.

Второй вариант: транспортный поток вне выделенной полосы не достигает предела насыщения как до, так и после организации выделенной полосы. Расчёт изменения средней скорости перемещения пассажира производится по формуле:

$$\Delta v_{2_{CP,II}} = \frac{\overline{v^+} \cdot \sum_{i=1}^k (n_i^+ \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) - \overline{v^-} \cdot \sum_{i=1}^k (n_i^- \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) + (\overline{v_n^+} - \overline{v_n^-}) \cdot \sum_{j=1}^m (\Pi_{jdi} \cdot \gamma_{jdi}) + \overline{v_C^+} \cdot \sum_{i=1}^k (n_{iC}^+ \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) - \overline{v_C^-} \cdot \sum_{i=1}^k (n_{iC}^- \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i)}{\sum_{i=1}^k (n_i^- \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i + n_{iC}^- \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) + \sum_{j=1}^m (\Pi_{jdi} \cdot \gamma_{jdi})}, \quad (10)$$

где  $\overline{v^+}$  и  $\overline{v^-}$  – средняя скорость движения ТС на рассматриваемом участке УДС вне выделенной полосы при её наличии и отсутствии соответственно, км/ч;  $n_i^+$  и  $n_i^-$  – интенсивность движения ТС  $i$ -ой категории на рассматриваемом участке УДС вне выделенной полосы при её наличии и отсутствии соответственно, ед./ч;  $\overline{v_n^+}$  и  $\overline{v_n^-}$  – средняя скорость движения ТС ГПТОП на рассматриваемом участке УДС при наличии и отсутствии выделенной полосы соответственно, км/ч;  $\overline{v_C^+}$  и  $\overline{v_C^-}$  – средняя скорость движения ТС на смежном участке УДС при наличии и отсутствии выделенной полосы на рассматриваемом участке, соответственно, км/ч;  $n_{iC}^+$  и  $n_{iC}^-$  – интенсивность движения ТС  $i$ -ой категории на смежном участке УДС при наличии и отсутствии выделенной полосы на рассматриваемом участке соответственно, ед./ч.

Третий вариант: до организации выделенной полосы транспортный поток вне выделенной полосы был ненасыщенным, а

при её организации достиг порога насыщения. Для такого варианта расчёт изменения средней скорости перемещения пассажиров может быть произведён на основе выражения, полученного на основе комбинации формул (9) и (10):

$$\Delta v_3_{CP,II} = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i^+)^2 \cdot L_{di} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i - \overline{v_{ci}^2} \cdot \sum_{i=1}^k (n_i^+ \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i) + \left( \frac{\sum_{i=1}^k (L_{di} \cdot n_i^+)^2}{\overline{v_{ci}^2} - \frac{\sum_{i=1}^k (n_i^+ \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i)}{1000 \cdot \sum_{i=1}^k (n_i)}} \right) \sum_{j=1}^m \left( \frac{1}{I_{jj}} \right) \cdot \Pi_{jH} \cdot \gamma_{jH} + \sum_{i=1}^k (n_i^+)^2 \cdot L_{di} \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i - \overline{v_{ci}^2} \cdot \sum_{i=1}^k (n_i^+ \cdot \Pi_i \cdot \gamma_i)}{1000 \cdot \sum_{i=1}^k (\Pi_i \cdot \gamma_i \cdot (n_i^+ + n_K^-)) + \sum_{j=1}^m (\Pi_{jH} \cdot \Pi_{jH} \cdot \gamma_{jH})} \quad (11)$$

Значение потока насыщения  $M_n$ , определяющего предельную величину интенсивности движения ТС, может быть определено по методике, представленной в работе Дудниковой Н.Н. [6]. Данная методика позволяет произвести расчёт величины потока насыщения для полосы участка УДС с учётом состава транспортного потока и характера взаимодействия ТС различных классов. Обобщённая формула, описывающая разработанный метод, имеет вид:

$$M_n = M_{nI} \cdot \frac{I_{jj}}{\sum (P_{ij} \cdot I_{ij})} - 30 \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{t_B^i}{I_{ij}} \cdot P_{ij} \right), \quad (12)$$

где  $M_{nI}$  – поток насыщения для прямолинейного движения, ед./час;  $I_{jj}$  – постоянный интервал разъезда легковых автомобилей из очереди в пересечении линии «стоп» на участке светофорного регулирования, с;  $P_{ij}$  – вероятность появления пары ТС  $i$ -го типа по  $j$ -му;  $I_{ij}$  – постоянный интервал разъезда ТС из очереди в пересечении линии «стоп»,  $i$ -го типа по  $j$ -тому, с;  $t_B^i$  – потерянное время  $i$ -го вида взаимодействия ТС, с;  $n$  – количество видов взаимодействия.

Исходя из вышеизложенного, величина изменения средней скорости перемещения пассажира  $\Delta v_{CP,II}$  может быть определена на основе системы выражений:

$$\Delta v_{CP,II} = \begin{cases} \Delta v1_{CP,II}, \text{ если } n^+ = M_H \cdot (b_{общ} - b_H) \cdot \frac{t_p}{t_H}; \quad n_C^+ = M_{HC} \cdot b_C \cdot \frac{t_{PC}}{t_{QC}} \\ \Delta v2_{CP,II}, \text{ если } n^+ < M_H \cdot (b_{общ} - b_H) \cdot \frac{t_p}{t_H}; \quad n_C^+ \leq M_{HC} \cdot b_C \cdot \frac{t_{PC}}{t_{QC}} \\ \Delta v3_{CP,II}, \text{ если } n^+ = M_H \cdot (b_{общ} - b_H) \cdot \frac{t_p}{t_H}; \quad n^- < M_H \cdot b_{общ} \cdot \frac{t_p}{t_H}; \quad n_C^+ \leq M_{HC} \cdot b_C \cdot \frac{t_{PC}}{t_{QC}} \end{cases}, \quad (13)$$

где  $M_H$  – величина потока насыщения одной полосы для заданных условий на рассматриваемом участке УДС, ед/ч;  $M_{HC}$  – величина

потока насыщения одной полосы для заданных условий на смежном участке УДС, ед/ч;  $b_{общ}$  – общее количество полос проезжей части на рассматриваемом участке УДС, ед.;  $b_c$  – количество полос проезжей части на смежном участке УДС, ед.;  $b_{пп}$  – количество выделенных полос для движения ТС ГПТОП (как правило,  $b_{пп}=1$ ), ед.;  $n^+$  и  $n^-$  – приведённая интенсивность движения ТС на рассматриваемом участке УДС вне выделенной полосы при её наличии и отсутствии соответственно, ед./ч;  $n_c^+$  – приведённая интенсивность движения ТС на смежном участке УДС при наличии выделенной полосы на рассматриваемом участке соответственно, ед./ч;  $t_p$  – продолжительность разрешающей фазы регулирования светофорного объекта, расположенного в конце рассматриваемого участка УДС, с;  $t_{ц}$  – продолжительность цикла регулирования светофорного объекта, расположенного в конце рассматриваемого участка УДС, с;  $t_{цc}$  – продолжительность разрешающей фазы регулирования светофорного объекта, расположенного в конце смежного участка УДС, с;  $t_{цц}$  – продолжительность цикла регулирования светофорного объекта, расположенного в конце смежного участка УДС, с.

Очевидно, что условие целесообразности организации выделенной полосы на рассматриваемом участке УДС определяется неравенством:  $\Delta v_{CP,П} > 0$ , что соответствует увеличению средней скорости перемещения пассажира при организации выделенной полосы.

В случае поступления на рассматриваемый участок УДС транспортных потоков с интенсивностью, превышающей его пропускную способность, происходит перераспределение транспортных потоков на смежный участок. При этом пропускная способность смежного участка должна быть выше интенсивности общего транспортного потока. При невыполнении данного условия ( $n_c^+ > M_{hc} \cdot b$ ), формируется затор как на рассматриваемом, так и на смежном участках УДС. Принимается решение о нецелесообразности организации выделенной полосы ГПТОП.

## **Результаты и обсуждение**

Результатом проделанного исследования является разработка теоретических положений, позволяющих повысить эффективность использования городской УДС и качество транспортного обслуживания населения на основе реализации научно-обоснованного подхода к вопросу организации выделенных полос для движения ТС ГПТОП. На основании приведённых теоретических положений разработана методика оценки целесообразности организации выделенных полос. Схема алгоритма, реализующего данную методику, представлена на рисунке 1.

Продолжением данной научной работы является постановка и выполнения модельного эксперимента, целью которого является определение области целесообразного применения выделенных полос при организации движения ТС ГПТОП.

Размерность и диапазон области исследования целесообразно определить на основе результатов ранжирования параметров интенсивности транспортных потоков, параметров УДС и организации дорожного движения.

## **Заключение**

Представленный материал – теоретическая часть комплексного исследования, целью которого является повышение эффективности использования городской УДС на основе обеспечения приоритетных условий движения городского пассажирского транспорта общего пользования.

Исходя из общей логики научного исследования можно сделать заключение о разработке теоретической базы и получении следующих результатов (рис. 1.)

- проведён анализ существующих научных работ в области определения условий и критериев целесообразности организации выделенных полос для движения ГПТОП; установлено, что в существующих работах не учтено перераспределение транспортных потоков между смежными участками УДС при достижении потока насыщения на рассматриваемом участке;

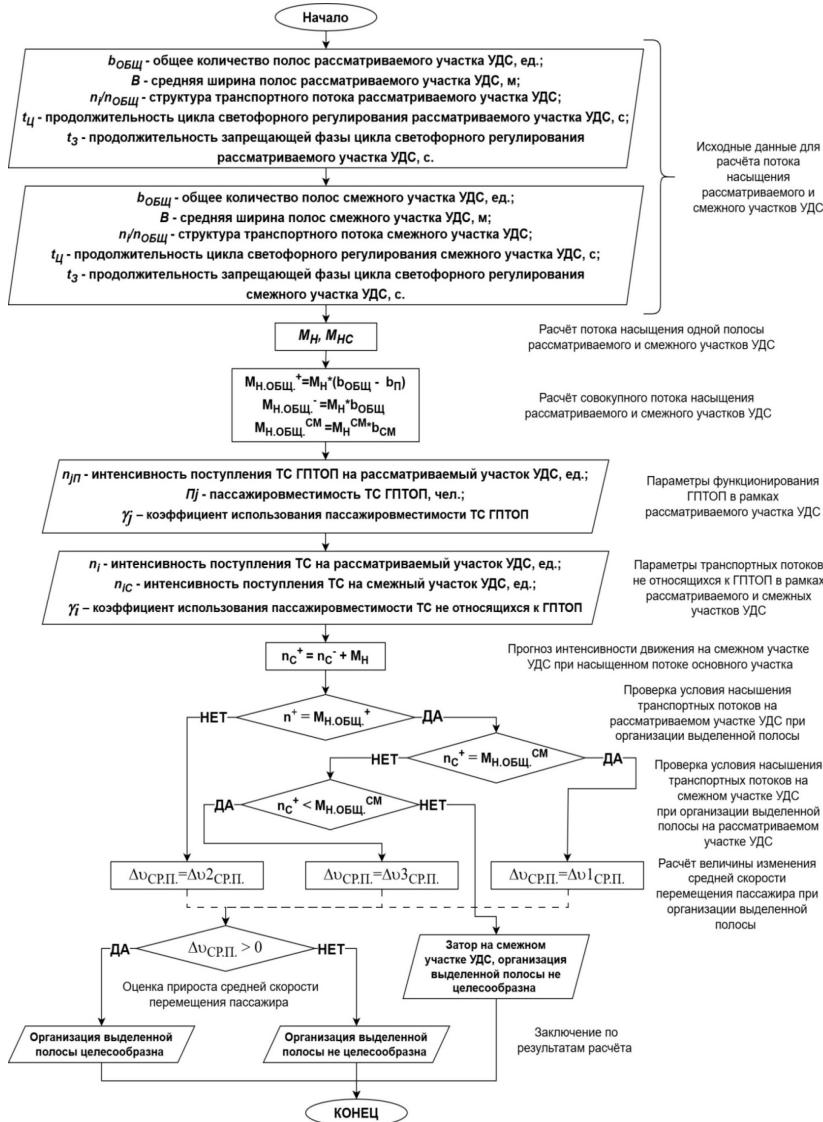


Рис. 1. Схема алгоритма расчёта изменения средней скорости перемещения пассажира, обусловленного организацией выделенной полосы на рассматриваемом участке УДС

- предложен показатель оценки целесообразности организации выделенной полосы для движения ТС ГПТОП, позволяющий выявить степень эффективности использования городской УДС;
- разработана методика оценки целесообразности организации выделенной полосы для движения ТС ГПТОП на локальном участке городской УДС, позволяющая учесть перераспределение транспортных потоков между смежными направлениями при достижении потока насыщения на рассматриваемом участке.

### ***Список литературы***

1. Акопов, Ф. В. (2012). Проблемы организации выделенных полос для движения наземного городского пассажирского транспорта. В *Проблемы и основные направления модернизации транспортного комплекса Московского региона* (с. 83–89). Москва: МАДИ.
2. Белова, А. М. (2014). *Методика обоснования целесообразности выделения полос для движения маршрутного транспорта общего пользования* [Диссертация на соискание кандидата технических наук, 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, её регионов и городов, организация производства на транспорте»]. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 159 с.
3. Голеницкий, Ю. В. (1999). *Моделирование приоритетного движения автобусов* [Диссертация на соискание кандидата технических наук, 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»]. Волгоградский государственный технический университет. 145 с. EDN: <https://elibrary.ru/QDDHRX>
4. Горев, А. Э., Попова, О. В., & Филимонова, А. М. (2010). Повышение эффективности использования общественного транспорта за счёт выделенных полос. *Автоматранспортное предприятие*, 8, 10–12. EDN: <https://elibrary.ru/MTERTD>
5. Дацюк, А. М., Горев, А. Э., & Попова, О. В. (2010). Организация скоростного автобусного сообщения и области его применения. В *Сборник докладов 67-й научной конференции профессоров, препо-*

- давателей, научных работников, инженеров и аспирантов (Ч. III, с. 89–94). Санкт-Петербург: СПбГАСУ.
6. Дудникова, Н. Н., & Синько, К. А. (2023). Формулирование подходов для раскрытия влияния состава транспортного потока на значение потоков насыщения для пересечений в одном уровне со светофорным регулированием. *Техника и технология транспорта*, 1(28). EDN: <https://elibrary.ru/PUVSHE>
  7. Зырянов, В. В., & Мирончук, А. А. (2012). Приоритетное движение общественного транспорта: развитие методов организации. *Транспорт Российской Федерации*, 3–4, 40–41. EDN: <https://elibrary.ru/PBZHUL>
  8. Котенкова, И. Н., Лебедев, Е. А., & Рассоха, В. И. (2024). К вопросу о приоритетном праве проезда пассажирского транспорта в городах. В *Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием* (20–22 ноября, с. 239–248). Оренбург: Оренбургский государственный университет.
  9. Курганский, С. Г., & Рожин, П. С. (2014). Организация и внедрение приоритетного проезда наземного городского пассажирского транспорта на регулируемых перекрёстках. *Транспорт Российской Федерации*, 4, 60–63. EDN: <https://elibrary.ru/SLSQQZ>
  10. Ле Дык Лонг. (2021). *Исследование закономерностей движения транспортных потоков для проектирования выделенных полос наземного общественного транспорта* [Диссертация на соискание кандидата технических наук, 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей»]. МАДИ. 170 с.
  11. Мирончук, А. А. (2020). Исследование эффективных условий применения приоритетных полос прерывного действия. В *Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы 5-й Международной научно-практической конференции* (22–23 мая, с. 179–187). Орёл: Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева. EDN: <https://elibrary.ru/KXEXUM>

12. Мирончук, А. А. (2013). Особенности интеграции приоритетных полос прерывного действия с городской интеллектуальной транспортной системой. *Инженерный вестник Дона*, 3(26), 147–152. EDN: <https://elibrary.ru/RZEHUL>
13. Нестеренко, Д. Х. (2021). *Методика повышения привлекательности городских пассажирских автомобильных перевозок на основе управления структурой транспортных потоков* [Диссертация на соискание кандидата технических наук, 2.9.5 «Эксплуатация автомобильного транспорта»]. Оренбургский государственный университет. 118 с. EDN: <https://elibrary.ru/GWGHW>
14. Попова, О. В. (2003). *Разработка методики планирования приоритетного движения наземного общественного транспорта* [Диссертация на соискание кандидата технических наук, 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»]. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 154 с. EDN: <https://elibrary.ru/NMGLQV>
15. Рассоха, В. И. (2010). Ситуационное управление автотранспортными системами. Схема и сценарии управления городским пассажирским транспортом. *Вестник Оренбургского государственного университета*, 4, 142–146. EDN: <https://elibrary.ru/MLZQRX>
16. Рассоха, В. И., & Исаичев, В. Т. (2010). Улучшение эксплуатационных характеристик системы непрерывного регулирования схождения управляемых колёс автотранспортных средств в движении. Повышение точности регулирования. *Вестник Оренбургского государственного университета*, 10(116), 141–143. EDN: <https://elibrary.ru/MVSQFR>
17. Смирнов, С. И. (1984). *Совершенствование организации приоритетного движения средств маршрутного пассажирского транспорта в городах* [Диссертация на соискание кандидата технических наук, 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»]. МАДИ. 195 с. EDN: <https://elibrary.ru/NPOSQN>
18. Якимов, М. Р. (2011). Методология обоснования целесообразности выделения обособленных полос для движения общественного

- транспорта на улично-дорожной сети крупного города. *Вестник МАДИ*, 2(25), 90–95. EDN: <https://elibrary.ru/NUTAGB>
19. Якунина, Н. В., Нургалиева, Д. Х., Легащёв, С. В., & Мухамедов, Д. С. (2015). Моделирование структуры пассажирских автотранспортных потоков с использованием показателя динамического габарита пассажира. *Интеллект. Инновации. Инвестиции*, 4, 140–144. EDN: <https://elibrary.ru/VPUPWB>
20. Tsitsokas, D., Kouvelas, A., & Geroliminis, N. (2019). Modeling and optimization of dedicated bus lane network design under dynamic traffic congestion. В *hEART 2019 — 8th Symposium of the European Association for Research in Transportation* (4–6 сентября, с. 86–98). Budapest.
21. Hu, J., Lian, Zh., Sun, X., et al. (2024). Dynamic right-of-way allocation on bus priority lanes considering traffic system resilience. *Sustainability*, 16(5), 1801. <https://doi.org/10.3390/su16051801>. EDN: <https://elibrary.ru/KBQSGV>
22. Hadas, Y., & Nahum, O. E. (2016). Urban bus network of priority lanes: A combined multi-objective, multi-criteria and group decision-making approach. *Transport Policy*, 52, 186–196.

### *References*

1. Akopov, F. V. (2012). Problems of organizing dedicated lanes for urban public passenger transport. In *Problems and key directions of modernizing the transport complex of the Moscow region* (pp. 83–89). Moscow: MADI.
2. Belova, A. M. (2014). *Methodology for justifying the feasibility of dedicating lanes for public route transport* [PhD thesis in Technical Sciences, 05.22.01 “Transport and transport-technological systems of the country, its regions and cities, organization of production in transport”]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 159 pp.
3. Golenitsky, Yu. V. (1999). *Modeling priority bus movement* [PhD thesis in Technical Sciences, 05.22.10 “Operation of road trans-

- port”]. Volgograd: Volgograd State Technical University. 145 pp. EDN: <https://elibrary.ru/QDDHRX>
4. Gorev, A. E., Popova, O. V., & Filimonova, A. M. (2010). Improving the efficiency of public transport use through dedicated lanes. *Motor Transport Enterprise*, 8, 10–12. EDN: <https://elibrary.ru/MTERTD>
  5. Datsyuk, A. M., Gorev, A. E., & Popova, O. V. (2010). Organizing express bus services and areas of their application. In *Proceedings of the 67th Scientific Conference of Professors, Teachers, Researchers, Engineers, and Postgraduate Students* (Part III, pp. 89–94). Saint Petersburg: SPbGASU.
  6. Dudnikova, N. N., & Sinko, K. A. (2023). Formulating approaches to reveal the impact of traffic flow composition on saturation flow values at signalized level crossings. *Technique and Technology of Transport*, 1(28). EDN: <https://elibrary.ru/PUVSHE>
  7. Zyryanov, V. V., & Mironchuk, A. A. (2012). Priority movement of public transport: Development of organization methods. *Transport of the Russian Federation*, 3–4, 40–41. EDN: <https://elibrary.ru/PB-ZHUL>
  8. Kotenkova, I. N., Lebedev, E. A., & Rassokha, V. I. (2024). On the issue of priority right-of-way for passenger transport in cities. In *Progressive Technologies in Transport Systems: Proceedings of the XIX All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation* (November 20–22, pp. 239–248). Orenburg: Orenburg State University.
  9. Kurgansky, S. G., & Rozhin, P. S. (2014). Organization and implementation of priority passage for urban public transport at signalized intersections. *Transport of the Russian Federation*, 4, 60–63. EDN: <https://elibrary.ru/SLSQQZ>
  10. Le Dyk Long. (2021). *Studying traffic flow patterns for designing dedicated lanes for public ground transport* [PhD thesis in Technical Sciences, 05.23.11 “Design and construction of roads, subways, airfields, bridges, and transport tunnels”]. MADI. 170 pp.

11. Mironchuk, A. A. (2020). Studying effective conditions for using priority intermittent lanes. In *Information Technologies and Innovations in Transport: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference* (May 22–23, pp. 179–187). Oryol: Oryol State University named after I. S. Turgenev. EDN: <https://elibrary.ru/KXEXUM>
12. Mironchuk, A. A. (2013). Features of integrating priority intermittent lanes with an urban intelligent transport system. *Engineering Bulletin of the Don*, 3(26), 147–152. EDN: <https://elibrary.ru/RZE-HUL>
13. Nesterenko, D. Kh. (2021). *Methodology for increasing the attractiveness of urban passenger road transport through managing traffic flow structure* [PhD thesis in Technical Sciences, 2.9.5 “Operation of road transport”]. Orenburg: Orenburg State University. 118 pp. EDN: <https://elibrary.ru/GGWGHW>
14. Popova, O. V. (2003). *Developing a methodology for planning priority movement of public ground transport* [PhD thesis in Technical Sciences, 05.22.10 “Operation of road transport”]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 154 pp. EDN: <https://elibrary.ru/NMGLQV>
15. Rassokha, V. I. (2010). Situational management of motor transport systems. Scheme and scenarios for urban passenger transport management. *Bulletin of Orenburg State University*, 4, 142–146. EDN: <https://elibrary.ru/MLZQRX>
16. Rassokha, V. I., & Isaychev, V. T. (2010). Improving operational characteristics of continuous alignment control systems for vehicle steering wheels in motion. Enhancing control accuracy. *Bulletin of Orenburg State University*, 10(116), 141–143. EDN: <https://elibrary.ru/MVSQFR>
17. Smirnov, S. I. (1984). *Improving the organization of priority movement for public route passenger transport in cities* [PhD thesis in Technical Sciences, 05.22.10 “Operation of road transport”]. MADI. 195 pp. EDN: <https://elibrary.ru/NPOSIGN>

18. Yakimov, M. R. (2011). Methodology for justifying the feasibility of dedicating separate lanes for public transport on major city road networks. *Bulletin of MADI*, 2(25), 90–95. EDN: <https://elibrary.ru/NUTAGB>
19. Yakunina, N. V., Nurgalieva, D. Kh., Legashchev, S. V., & Mukhamedov, D. S. (2015). Modeling the structure of passenger road transport flows using the dynamic passenger space indicator. *Intellect. Innovations. Investments*, 4, 140–144. EDN: <https://elibrary.ru/VPUPWB>
20. Tsitsokas, D., Kouvelas, A., & Geroliminis, N. (2019). Modeling and optimization of dedicated bus lane network design under dynamic traffic congestion. In *hEART 2019 — 8th Symposium of the European Association for Research in Transportation* (September 4–6, pp. 86–98). Budapest.
21. Hu, J., Lian, Zh., Sun, X., et al. (2024). Dynamic right of way allocation on bus priority lanes considering traffic system resilience. *Sustainability*, 16(5), 1801. <https://doi.org/10.3390/su16051801>. EDN: <https://elibrary.ru/KBQSGV>
22. Hadas, Y., & Nahum, O. E. (2016). Urban bus network of priority lanes: A combined multi-objective, multi-criteria and group decision making approach. *Transport Policy*, 52, 186–196.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Котенкова Ирина Николаевна**, старший преподаватель кафедры транспортных процессов и технологических комплексов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
*ir-kot83@mail.ru*

**Рассоха Владимир Иванович**, доктор технических наук, доцент, декан транспортного факультета, профессор кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»  
просп. Победы, 13, г. Оренбург, 460018, Российской Федерации  
cabin2012@yandex.ru*

**Дрючин Дмитрий Алексеевич**, доктор технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой технической эксплуатации и ремон-  
та автомобилей

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»  
просп. Победы, 13, г. Оренбург, 460018, Российской Федерации  
dmi-dryuchin@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Irina N. Kotenkova**, Senior Lecturer at the Department of Transport  
Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
ir-kot83@mail.ru*

**Vladimir I. Rassokha**, Doctor of Technical Sciences, Associate Pro-  
fessor, Dean of the Transport Faculty, Professor of the Depart-  
ment of Technical Operation and Repair of Cars  
*Orenburg State University  
13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation  
cabin2012@yandex.ru*

**Dmitry A. Dryuchin**, Doctor of Technical Sciences, Associate Pro-  
fessor, Head of the Department of Technical Operation and Re-  
pair of Cars  
*Orenburg State University  
13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation  
dmi-dryuchin@yandex.ru*

Поступила 03.08.2025

После рецензирования 22.08.2025

Принята 07.09.2025

Received 03.08.2025

Revised 22.08.2025

Accepted 07.09.2025