

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 625.7

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-3-62-75

# Проблемы организации транспортной системы города Ярославля

**О.В. Ладыгина, И.А. Бессонов**

**Ольга Викторовна Ладыгина\*, Илья Александрович Бессонов**

Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Российская Федерация  
*o\_ladigina@mail.ru\**, *loko7600@mail.ru*



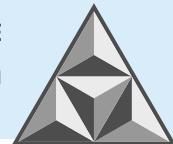
Проведен анализ текущей ситуации на улично-дорожной сети города Ярославля и выявлен ряд проблем развития транспортной системы. Предложены мероприятия, способствующие уменьшению заторов в городе, включая изменение параметров улиц для увеличения пропускной способности и внедрение интеллектуальных транспортных систем. Рассматривается возможность устройства кольцевых пересечений, внедрения реверсивного движения для использования максимальной ширины проезжей части с попеременным движением в «час пик» и строительство пересечений в разных уровнях для уменьшения числа конфликтных точек. Строительство обособленных полос общественного транспорта будет способствовать повышению его привлекательности. В качестве альтернативных видов транспорта предложены электропоезд, речной трамвай, велосипед и средства индивидуальной мобильности. Однако в настоящее время альтернативный транспорт в Ярославле не может в полной мере конкурировать с личным. В связи с этим необходимо создавать инфраструктуру, обеспечивающую приоритет общественного транспорта и регулярно обновлять подвижной состав.

**Ключевые слова:** транспортная система Ярославля, улично-дорожная сеть, заторы, альтернатива, пересечения, организация движения

**Для цитирования:**

Ладыгина О.В., Бессонов И.А. Проблемы организации транспортной системы города Ярославля. // Умные композиты в строительстве. 2025. Т. 6, вып. 3. С. 62-75.  
URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/6456/view>

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-3-62-75



SCIENTIFIC ARTICLE

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-3-62-75

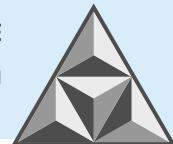
# Issues in organizing the transportation system of the city of Yaroslavl

**O.V. Ladygina, I.A. Bessonov**

**Olga Viktorovna Ladygina\*, Ilya Alekandrovich Bessonov**

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russian Federation

*o\_ladigina@mail.ru\**, *loko7600@mail.ru*



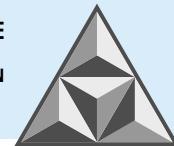
*The paper gives an analysis of the current situation on the street and road network of Yaroslavl, identifying a number of issues in the development of the transportation system. Measures to reduce traffic congestion in the city are proposed, including changes to street parameters to increase capacity and the implementation of intelligent transportation systems (ITS). The paper explores the possibility of constructing roundabouts, introducing reversible lanes to maximize the use of the roadway width with alternating traffic flow during rush hours, and building grade-separated interchanges to reduce the number of conflict points. The construction of dedicated public transport lanes will help increase its attractiveness. Alternative modes of transport proposed include electric trains, river trams, bicycles, and personal mobility devices (PMDs). However, at present, alternative transport in Yaroslavl cannot fully compete with private cars. In this regard, it is necessary to develop infrastructure that prioritizes public transport and to regularly update the vehicle fleet.*

**Keywords:** Yaroslavl transportation system, street and road network, traffic congestion, alternatives, intersections, traffic management

**For citation:**

Ladygina O.V., Bessonov I.A. Issues in organizing the transportation system of the city of Yaroslavl // Smart Composite in Construction. 2025. Vol. 6, Iss. 3. P. 62-75.  
URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/6456/view>

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-3-62-75



## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги играют важнейшую роль в экономическом развитии Ярославского региона [1]. В условиях стремительного роста урбанизации и увеличения числа транспортных средств совершенствование инфраструктуры становится жизненно важной задачей. Не стоит забывать и о долгосрочном градостроительном планировании: анализ транспортных потоков помогает определить, где необходимо строить улицы, автомобильные дороги, развязки в разных уровнях или развивать велосипедную инфраструктуру [2].

По результатам исследований доказано, что рост количества транспортных средств, пропорциональный увеличению численности населения, постепенно приводит к образованию заторов и «пробок» [3]. В течение дня пересечения дорог работают на пределе пропускной способности, а в часы пик исчерпывают ее [4].

Современная транспортная модель не удовлетворяет потребностям людей. Основной причиной этого является то, что принципы, на которых основана эта система, не соответствуют современным требованиям и стандартам [5]. Главной характеристикой заторов на автомобильных дорогах является повышение плотности потока транспортных средств, который значительно превышает пропускную способность дорог [6]. Режим пропускной способности оказывается крайне неустойчивым [7].

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Транспортная система в городе Ярославле несовершенна; при этом она играет одну из главенствующих ролей в обеспечении удобств и безопасности городского движения, удовлетворении постоянно растущих культурно-бытовых потребностей горожан [8]. Связь между окраинными районами и центром осуществляется посредством мостовых переходов. Малое их количество в Ярославле является одной из причин возникновения заторов на улично-дорожной сети (УДС). Важную роль в планировке и развитии УДС играет существующие логистические связи внутри города (трамвайные пути, железная дорога). Их маршруты препятствуют динамичному развитию УДС. Также одной из существенных проблем УДС является текущий ремонт; зачастую после весеннего потепления и схода снежного покрова с большей интенсивностью образуются дефекты покрытия (выбоины, трещины продольные и поперечные, просадки и т.д.). Эти факторы способствуют замедлению скорости движения автомобилей.

В последнее время очень остро стоит и проблема зимнего содержания автомобильных дорог. Только за зимний период 2021-2022 годов в Ярославской области зарегистрировано 77 дорожно-транспортных происшествий, в которых 4 человека погибли и 112 получили ранения. Причиной чаще всего является несвоевременная уборка твердых осадков, а также образование зимней скользкости [9].

При выполнении работ по обследованию объектов транспортной инфраструктуры установлено [10], что для решения существующих проблем заторов в городе нужно применить комплексный подход к изучению безопасности транспортных потоков и интенсивности движения [5]. Кроме этого, важно проводить мероприятия по снижению напряженности на дорогах за счет:

- перераспределения транспортных потоков в обход центральной части города, устройства местных проездов для связи районов;
- внедрения полос движения общественного транспорта;



- обустройства подземных и надземных парковочных мест, устройства подземных или надземных пешеходных переходов;
- введения в pilotном режиме реверсивного движения для увеличения пропускной способности самых загруженных улиц города;
- обустройства специально выделенных маршрутов – полос движения для средств индивидуальной мобильности (велосипедов, самокатов, роликов);
- планомерного развития водного и трамвайного транспорта для снижения нагрузки на улично-дорожную сеть;
- внедрения инновационных способов организации движения с использованием интеллектуальных транспортных систем;
- сужения ширины отдельных полос движения и увеличения за счет этого количества полос движения;
- строительства новой транспортной инфраструктуры (дублирующих дорог, светофорных объектов, мостовых переходов, транспортных развязок, тоннелей, путепроводов);
- устройства кольцевых пересечений, пересечений в разных уровнях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для решения проблем заторов проводят мероприятия по разгрузке УДС с использованием альтернативного транспорта.

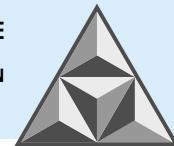
Первым альтернативным видом общественного транспорта являются электропоезда. Ярославль развивается в направлении организации «Легкого метро» – городских электропоездов, курсирующих по существующим железнодорожным путям. По состоянию на январь 2025 года разработана схема движения электропоездов в черте города; завершение реализации проекта намечено на 2027 год.

Вторым видом альтернативного транспорта для жителей города и туристов является речной. Преимуществами этого вида транспорта являются высокие провозные способности на водоемах и реках, а также низкая себестоимость перевозок. Его недостатки: низкая скорость движения; ограниченность перевозок; зависимость от глубин водоемов и рек, навигационный период и погодные условия, ненадежность перевозок и отсутствие уверенности в сохранности груза [11]. В период навигации (с мая по октябрь) от Ярославского речного порта выполняются регулярные рейсы на теплоходах «Москва», «Метеор».

Основные проблемы общественного транспорта заключаются в меньшем комфорте по сравнению с автомобилем и такой же зависимости от дорожной ситуации, что и у личного транспорта. Следствием замены индивидуального транспорта общественным будет являться разгрузка главных улиц города [12]. В Ярославле система общественного транспорта быстро модернизируется [13]. Общественный транспорт может использоваться как наиболее эффективный способ передвижения для большого количества людей [14].

Для повышения привлекательности общественного транспорта необходимо обустроить обособленные полосы движения, предоставить приоритет «зеленых фаз» на перекрестках [15], а также обеспечить нейтраллизацию некоторых парковок там, где это мешает движению, путем их запрета или изменения вида.

Троллейбус как часть общественного транспорта обладает достоинствами и недостатками. К его достоинствам можно отнести экономичность эксплуатации, экологическую безопасность, простоту эксплуатации и ремонта, легкий запуск электродвигателя в холодное время года. Главным недостатком троллейбусного сообщения является низкая маневренность [16].



Четвертым альтернативным транспортом в Ярославле можно считать трамвай. В начале XXI столетия произошел резкий рывок в развитии автомобилестроения, что способствовало приобретению личных автомобилей и, вследствие этого, демонтажу существующего путевого хозяйства. Для повышения привлекательности трамваев среди горожан и туристов необходимы модернизация и обновление трамвайных парков, включая замену устаревших моделей более современными. Модернизация может также включать обновление инфраструктуры трамвайных путей и остановок, чтобы сделать систему более удобной и доступной для пассажиров [17].

Пятым альтернативным транспортом в Ярославле является велосипед. Велосипед не только способствует укрепления здоровья, но и дает свободу передвижения – возможность выбирать маршрут самому и по тем местам, где не может проехать автомобиль. Однако в последние десятилетия, в связи со стремительным ростом числа владельцев моторизованных транспортных средств, велосипеды стали использоваться реже, им уделяется мало внимания [18]. Изменить эту тенденцию можно за счет строительства новой велосипедной инфраструктуры.

Велосипедные дорожки оказывают значительное влияние на маршруты движения и безопасность в городах на долгие годы вперед [19].

Для решения проблем заторов проводятся мероприятия по разгрузке УДС при усовершенствовании существующих путей движения. Одним из методов может стать введение дополнительных участков с односторонним движением. Главным преимуществом одностороннего движения является сокращение числа конфликтных точек за счет устранения пересечения со встречным транспортным потоком. Во многих частях города, особенно в центре, парковки занимают немалую площадь, и зачастую водители паркуют автомобили на краях полос движения, что снижает пропускную способность улицы и создает условия для возникновения заторов. Непрекращающаяся автомобилизация тоже приносит свои плоды: центр города имеет высокую концентрацию рабочих мест и рекреационных пространств, следовательно, проблема парковок становится все более острой.

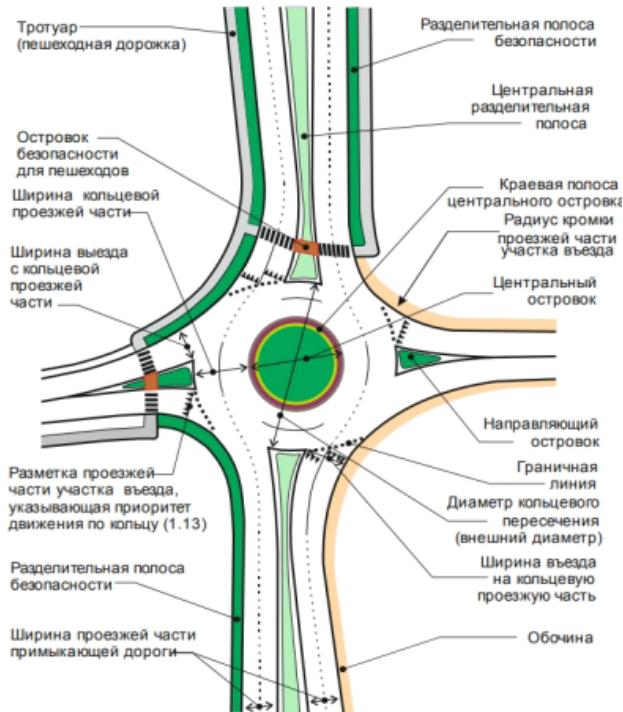
Для улучшения качества жизни необходимо провести мероприятия по благоустройству центра города – сделать исторический центр Ярославля пешеходным [20]. С изменением дорожной ситуации и улично-дорожной сети нельзя обойти стороной корректировку парковочного пространства. Очень часто водители проезжают один и тот же участок дороги несколько раз в поисках парковочного места. Увеличение числа мест для парковки может решить эту проблему, но эффективность этой меры мала [21].

Помимо парковок, необходимо устраивать кольцевые пересечения для решения проблем заторов на перекрестках.

Кольцевые пересечения классифицируют: по диаметру и по типу (мини-кольцевые пересечения); кольцевые пересечения на неполных транспортных развязках; кольцевые пересечения с зоной переплетения в пределах кольцевой проезжей части и совмещенные кольцевые пересечения [22].

Выбор типа кольцевого пересечения осуществляется на основе анализа значений суточной интенсивности, интенсивности движения на въездах и распределения интенсивности движения между выездами. Важно также оценить состав транспортных потоков, характеристики пешеходного движения и наличие свободных площадей [23].

При планировке кольцевых пересечений необходимо учитывать связь между геометрическими элементами пересечения. Безопасность движения и высокая пропускная способность обеспечиваются только взаимной увязкой всех геометрических элементов [22], изображенных на рис. 1.



**Рис. 1.** Основные планировочные элементы и геометрические параметры кольцевого пересечения [22]

**Fig. 1.** Main planning elements and geometric parameters of a roundabout intersection [22]

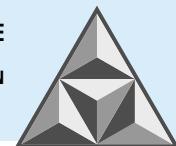
За рубежом была отмечена высокая эффективность применения мини-кольцевых пересечений. Отсюда возникает необходимость проведения соответствующих исследований в отечественной практике с дальнейшим внедрением результатов в УДС городов России [24]. Известно также, что кольцевые пересечения представляют сложность для водителей грузовых транспортных средств [25]. Поэтому простые пересечения рационально преобразовывать в кольцевые при условии увеличении интенсивности движения, а также при соблюдении вышеупомянутых требований к их организации.

С целью наблюдения за дорожным потоком, выделения и трассирования движущихся объектов, выполнения захвата кадров с государственными регистрационными знаками транспортных средств и распознавания буквенно-символьных изображений на номерах [26] используют камеры высокого разрешения (рис. 2).



**Рис. 2.** Отслеживание транспортного потока по средствам камеры [27]

**Fig. 2.** Traffic flow tracking using a camera [27]



Для регулирования дорожного движения необходимо устанавливать светофоры. При этом, в настоящее время происходит внедрение так называемых «умных» светофоров. Таким светофором управляет специальная программа, позволяющая устройству самостоятельно принимать решения, на основе поступающей информации о транспортном потоке [26].

В городах, где уже используются такие системы, функционирует ситуационный центр, который помогает выделять приоритет автомобилям экстренных служб [26], в режиме реального времени отслеживать транспортный поток и менять режимы светофоров в зависимости от напряженности движения.

Также одним из способов решения проблем заторов на улицах города является реверсивное движение. Для организации этого вида проезда требуется проработка всех нюансов. Согласно Правилам дорожного движения, применяют различные обозначения для информирования водителей о такой возможности – специальные дорожные знаки, специальную разметку, реверсивный светофор [28].

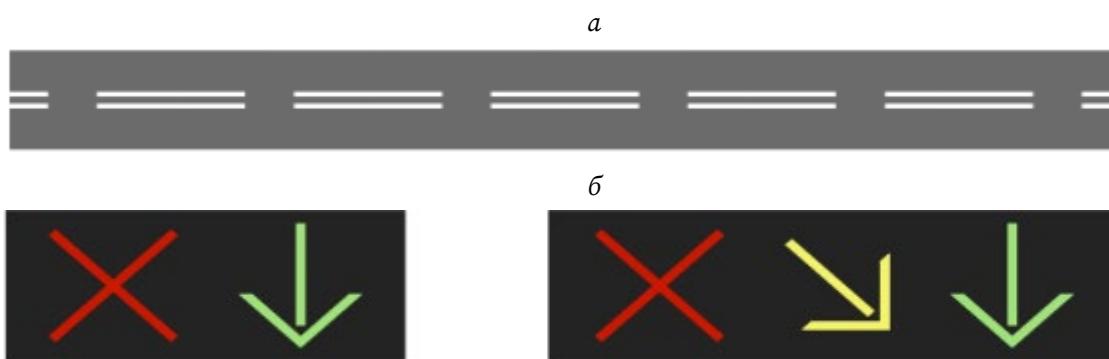
При въезде на дорогу с реверсивным движением устанавливают знак 5.8 «Реверсивное движение», с окончанием такого участка – знак 5.9 «Конец реверсивного движения», при выезде на дорогу с реверсивным движением – знак 5.10 «Выезд на дорогу с реверсивным движением» (рис. 3).



**Рис. 3.** Технические средства организации реверсивного движения представлены в последовательности (5.8; 5.9; 5.10) [29]  
**Fig. 3.** Technical means for organizing reverse movement are presented in the following sequence (5.8; 5.9; 5.10) [29]

«Дорожная горизонтальная разметка». Для обозначения полос реверсивного движения используется специальная разметка 1.9 белого цвета; она показывает границы полос реверсивного движения (рис. 4, а).

Для движения личного и общественного транспорта по реверсивным полосам применяют реверсивные светофоры [29] двух и трех цветов (рис. 4, б).



**Рис. 4.** Технические средства организации реверсивного движения [29]  
**Fig. 4.** Technical means of organizing reverse movement [29]

Реверсивное движение позволяет эффективно использовать существующую транспортную сеть по направлениям транспортных потоков в утренние и вечерние «часы пик» без реконструкции существующей УДС [30].



Важной деталью при решении проблем «пробок» является установка автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД), что улучшает общую транспортную ситуацию в городе. Установлено, что это снижает число дорожно-транспортных происшествий на 10-20% и сокращает время в пути на 15-20% [31].

Современные АСУДД реализуют различные стратегии, например, автоматическое управление транспортными потоками, которое позволяет делить выпуск автомобилей на автомагистраль для поддержания оптимального уровня ее загрузки. В результате автоматизированные системы управления дорожным движением обеспечивают эффективное управление с учетом реальной транспортной ситуации [32].

При этом эффективным способом борьбы с «пробками» на улично-дорожной сети города Ярославля является строительство пересечений в разных уровнях. При проектировании развязок необходимо выбирать пересечение в самом высоком классе. В стесненных условиях допускается устраивать транспортные развязки более низких классов [33]. Любое снижение скорости движения транспортного потока, по сравнению с расчетной скоростью, приводит к потерям времени и соответствующим экономическим издержкам [34].

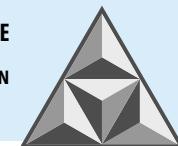
## ВЫВОДЫ

Проектирование и строительство эффективной городской транспортной системы является одной из ключевых задач развития Ярославля. Транспортная система в городе несовершенна и требует преобразования. Реорганизация дорожного движения позволит устранить заторы на магистральных улицах, решить вопросы с отсутствием парковочных мест в центре города и недостаточностью пешеходных пространств.

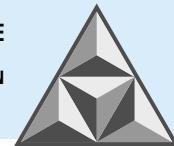
Для преодоления указанных проблем необходимо развивать альтернативные виды транспорта, создать велосипедную инфраструктуру, а также оптимизировать дорожное движение. При этом модернизацию транспортной системы следует осуществлять комплексно, с учетом индивидуальных особенностей города.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Буданова Е.С., Ярмолинский В.А., Борисов А.С., Кучинов Н.С.** Проблемы эффективного применения технологии холодного ресайклинга дорожных одежд // Умные композиты в строительстве. 2024. Т. 5. Вып. 1. С. 31-42.
- Федотов И.С.** Анализ транспортных потоков для снижения заторов в городах // Вестник науки. 2025. Т. 4. № 1(82). С. 908-912.
- Исаков К., Дуйшебаев С.С., Алтыбаев А.Ш.** История развития городов и анализ причин возникновения транспортных заторов на улицах г. Бишкек // Вестник Кыргызского гос. ун-та строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исanova. 2014. № 3. С. 80-83.
- Справочник по безопасности дорожного движения / Под ред. проф. В.В. Сильянова. М.: МАДИ, 2001. 754 с.
- Корнев А.В., Шабуров С.С.** Транспортные заторы. Варианты решения проблемы // Молодежный вестник ИрГТУ. 2021. Т. 11. № 1. С. 58-63.
- Тулина А.В.** О причинах возникновения заторов на автомобильных дорогах // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 113-4. С. 147-149.
- Щеголева Н.В., Гусев В.А., Ворожейкин М.А.** Образование заторов в транспортном потоке // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2016. № 5(19). С. 25-28.
- Исаков К., Стасенко Л. Н., Бузурманкулова Т.А.** Зависимость образования заторов от интенсивности и числа полос движения // Вестник Кыргызского гос. ун-та строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исanova. 2015. № 2. С. 38-44.



9. **Бессонов И.А., Симонова А.В.** Зимнее содержание автомобильных дорог Ярославской области // 75-я Всерос. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Ярославль: ЯГТУ, 2022. С. 500-503.
10. **Кочетков А.В., Семенова Н.С., Иванов А.Ф., Чижиков И.А.** Применение беспилотных летательных аппаратов для обследования объектов транспортной инфраструктуры // Умные композиты в строительстве. 2022. Т. 3, № 4. С. 28-38.
11. **Барабкин Д.С., Айдарханов А.А.** Перспективы развития транспортной системы в Санкт-Петербурге // *AlfaBuild*. 2018. № 1(3). С. 24-32.
12. **Пагин В.В., Оганесян Т.Л.** Анализ транспортной системы города Краснодара: проблемы и способы решения // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 10-2(92). С. 132-136.
13. **Hidalgo Dario and Carrigan Aileen.** Cities Asia Latin America Modernizing Public Transportation. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.wri.org/research/modernizing-public-transportation> (Дата обращения 04.04.2025).
14. Reimagining Public Transport [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.wri.org/initiatives/reimagining-public-transport> (Дата обращения 06.05.2025).
15. **Вейнбендер Т.Л., Морозов Г.Н.** Влияние дорожных заторов мегаполисов на экономику стран // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 3. № 11. С. 23-26.
16. **Игнатов А.В., Басков В.Н.** К вопросу об актуальности развития городского наземного электрического транспорта // Вестник Донецкой акад. автомобильного транспорта. 2018. № 1. С. 64-69.
17. **Зимин В.А., Близнюк В.Ю.** О проблемах в развитии общественного транспорта в городе Самара и их решении // *Human Progress*. 2024. Т. 10. № 4. С. 1-9.
18. Technical Guideline FOR BICYCLE INFRASTRUCTURE DESIGN IN URBAN AREA. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://healthbridge.ca/dist/library/technical-guideline-for-bicycle-infrastructure-design-in-urban-area-en.pdf> (Дата обращения 06.04.2025).
19. **Adriazola-Steil Claudia, Pérez-Barbosa David, Batista Bruno, Luke Nikita, Wei Li, Sharpin Bray Anna, Bech Lotte, Colbeck Jason, Erikson Anne, Harms Lucas, Hartmann Anders, McLeod Ken and Nout Lennart.** Safe Bicycle Lane Design Principles: Responding to Cycling Needs in Cities during COVID and Beyond [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.wri.org/research/safe-bicycle-lane-design-principles> (Дата обращения 05.05.2025).
20. В мэрии назвали новые пешеходные улицы в центре Ярославля // YAR NEWS Ярославский информационный портал 19.07.2023. Режим доступа: [https://www.yarnews.net/news/show/yaroslavl/70364/v\\_merii\\_nazvali\\_novye\\_peshehodnye\\_ulicy\\_v\\_centre\\_yaroslavlya.htm](https://www.yarnews.net/news/show/yaroslavl/70364/v_merii_nazvali_novye_peshehodnye_ulicy_v_centre_yaroslavlya.htm) (дата обращения 24.02.2025).
21. **Григорьев Д.А.** Эффективность мероприятий по борьбе с заторами // Обществознание и социальная психология. 2022. № 10(40). С. 138-140.
22. ОДМ 218.2.071-2016 Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс». – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293746/4293746292.pdf> (Дата обращения 01.02.2025).
23. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Повышение эффективности использования кольцевых развязок.
24. **Яшкина Н.Т.** Особенности проектирования кольцевых пересечений в условиях большого города // Мат. 69-й студ. науч. конф. [Электронный ресурс] / Брянск: БГТУ, 2014. 780 с. Режим доступа: [https://www.tu-bryansk.ru/upload/old\\_server/news/nis/m69k.pdf](https://www.tu-bryansk.ru/upload/old_server/news/nis/m69k.pdf)
25. **Никитин Н.А., Савина Ю.Э.** Анализ эффективности различных конфигураций кольцевых пересечений при проектировании выезда из нового жилого района // Информ. технологии и инновации на транспорте: Мат. 5-й Межд. науч.-практ. конф., Орел, 22–23 мая 2019 года / Под общ. ред. А.Н. Новикова. Орел: Орловский гос. ун-т им. И.С. Тургенева, 2020. С. 127-135.
26. Центр2м Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://center2m.ru/intellektualnye-transportnye-sistemy> (Дата обращения 28.12.2024).
27. VOCORD Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.vocord.ru/solutions/intellektualnye-transportnye-sistemy/> (Дата обращения 10.01.2024).



28. Общество с ограниченной ответственностью «Промышленная точка» Знаки реверсивного светофора и правила движения [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://prompoint.ru/blog/znaki-reversivnogo-svetofora-i-pravila-dvizheniya/> (Дата обращения 26.03.2024).
29. Колеса.ru [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.kolesa.ru/article/reversivnoe-dvizhenie-kak-ono-rabotaet-i-chto-budet-esli-vyekhat-pod-krasnyy-signal/> (Дата обращения 20.02.2024).
30. Организация реверсивного движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/11466/1/113-ntm-22.pdf> (Дата обращения 26.03.2024).
31. Артемова С.Г., Сомова К.В., Муковнин А.С. Обоснование предложений по применению реверсивного движения на улично-дорожной сети г. Волгограда // Вестник Волгоградского гос. арх.-строит. ун-та. Сер.: Строительство и архитектура. 2018. № 54(73). С. 97-105.
32. Серова Е.Ю. Возможные пути повышения пропускной способности улично-дорожной сети города // Вестник Волгоградского гос. арх.-строит. ун-та. 2016. Вып. 46(65). С. 84-94.
33. СП 396.1325800.2018 Улицы и дороги населённых пунктов. М.: Стандартинформ, 2019.
34. Прозоровская А.А., Степанчук А.В. Исследование пропускной способности пересечений магистральных улиц в разных уровнях // Вестник Ульяновского гос. техн.ун-та. 2013. № 4(64). С. 65-68. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21125761> (Дата обращения 17.04.2024).

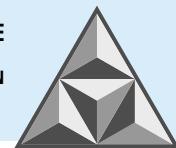
*Поступила в редакцию 10.07.2025*

*Одобрена после рецензирования 22.07.2025*

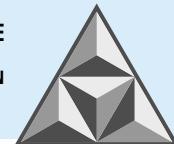
*Принята к опубликованию 04.08.2025*

## REFERENCES

1. Budanova E.S., Yarmolinskiy V.A., Borisov A.S. and Kuchinov, N.S. (2024), “Challenges of effective use of Cold-in-Place recycling technology of road pavements”, *Smart Composite in Construction*, vol. 5, no.1, pp. 31-42 [online]. Available at: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/5049/view> (in Russian).
2. Fedotov, I.S., 2025. “Analysis of traffic flows to reduce congestion in cities”, *Vestnik Nauki*, vol. 4, no. 1(82), pp. 908-912 (in Russian).
3. Isakov, K., Duishebaev, S.S. and Altybaev, A.Sh. (2014), “History of urban development and analysis of the causes of traffic congestion on the streets of Bishkek”, *Vestnik Kyrgyzskogo gos. un-ta stroitel'stva, transporta i arkhitektury im. N. Isanova* [Bulletin of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov], no. 3, pp. 80-83 (in Russian).
4. Silyanov, V.V. ed. (2001). Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Road Safety Handbook]. Moscow: MADI (in Russian).
5. Kornev, A.V. and Shaburov, S.S. (2021). “Traffic jams. Solution options”, *Molodezhniy Vestnik IrGTU* [Youth Bulletin of Irkutsk State Technical University], vol. 11, no.1, pp. 58-63 (in Russian).
6. Tulina, A.V. (2024), “On the causes of traffic congestion on roads”, *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the Development of Science and Education], no. 113-4, pp. 147-149 (in Russian).
7. Shchegoleva, N.V., Gusev, V.A. and Vorozheikin, M.A. (2016), “The formation of traffic jams in the traffic flow”, *Tekhnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve* [Technical Regulation in Transport Construction], vol. 5, no.19, pp. 25-28 (in Russian).
8. Isakov, K., Stasenko, L.N. and Buzurmankulova, T.A. (2015), “The dependence of traffic congestion on traffic intensity and the number of lanes”, *Vestnik Kyrgyzskogo gos. un-ta stroitel'stva, transporta i arkhitektury im. N. Isanova* [Bulletin of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov], no. 2, pp. 38-44 (in Russian).
9. Bessonov, I.A. and Simonova, A.V. (2022), “Winter maintenance of roads in the Yaroslavl region”. In: \*75-ya Vseross. nauch.-tekhn. konf. studentov, magistrantov i aspirantov\* [75th All-Russ. Sci. Tech. Conf. of Students, Undergraduates and Postgraduates]. Yaroslavl: YaGTU, pp. 500-503 (in Russian)



10. Kochetkov, A.V., Semenova, N.S., Ivanov, A.F. and Chizhikov, I.A. (2022), "Unmanned Aerial Vehicles Use for the Inspection of Transport Infrastructure Facilities", *Smart Composite in Construction*, vol. 3, no. 4, pp. 28-38 [online]. Available at: <https://chemintech.ru/ru/nauka/issue/5044/view> (in Russian).
11. Barabkin, D.S. and Aidarkhanov, A.A. (2018), "Prospects for the development of the transport system in St. Petersburg", *AlfaBuild*, vol. 1, no. 3, pp. 24-32 (in Russian).
12. Pagin, V.V. and Oganesyan, T.L. (2022), "Analysis of the transport system of the city of Krasnodar: problems and solutions", *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika [Economics and Business: Theory and Practice]*, vol. 10, no. 2(92), pp. 132-136 (in Russian).
13. Hidalgo, D. and Carrigan, A. Cities Asia Latin America Modernizing Public Transportation. [online] Available at: <https://www.wri.org/research/modernizing-public-transportation> (Accessed 4 April 2025).
14. World Resources Institute (WRI), Reimagining Public Transport. [online] Available at: <https://www.wri.org/initiatives/reimagining-public-transport> (Accessed 6 May 2025).
15. Weinbender, T.L. and Morozov, G.N. (2016), "The impact of road congestion in megacities on the economies of countries", *Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya [Advances in Modern Science and Education]*, vol. 3, no. 11, pp. 23-26 (in Russian).
16. Ignatov, A.V. and Baskov, V.N. (2018), "On the relevance of developing urban surface electric transport", *Vestnik Donetskoy akad. avtomobil'nogo transporta [Bulletin of the Donetsk Academy of Automobile Transport]*, no. 1, pp. 64-69 (in Russian).
17. Zimin, V.A. and Bliznyuk, V.Yu. (2024), "On the issues in the development of public transport in the city of Samara and their solution", *Human Progress*, vol. 10, no. 4, pp. 1-9 (in Russian).
18. HealthBridge, Technical Guideline for Bicycle Infrastructure Design in Urban Area. [online] Available at: <https://healthbridge.ca/dist/library/technical-guideline-for-bicycle-infrastructure-design-in-urban-area-en.pdf> [Accessed 6 April 2025].
19. Adriazola-Steil, C., Pérez-Barbosa, D., Batista, B., Luke, N., Wei, L., Sharpin, A.B., Bech, L., Colbeck, J., Erikson, A., Harms, L., Hartmann, A., McLeod, K. and Nout, L. Safe Bicycle Lane Design Principles: Responding to Cycling Needs in Cities during COVID and Beyond. [online] Available at: <https://www.wri.org/research/safe-bicycle-lane-design-principles> [Accessed 5 May 2025].
20. Yar News (2023), "The city hall named new pedestrian streets in the center of Yaroslavl", 19 July [online]. Available at: [https://www.yarnews.net/news/show/yaroslavl/70364/v\\_merii\\_nazvali\\_novye\\_peshehodnye\\_ulicy\\_v\\_centre\\_yaroslavlya.htm](https://www.yarnews.net/news/show/yaroslavl/70364/v_merii_nazvali_novye_peshehodnye_ulicy_v_centre_yaroslavlya.htm) [Accessed 24 February 2025] (in Russian).
21. Grigoriev, D.A. (2022), "The effectiveness of traffic congestion measures", *Obshchestvoznanie i sotsial'naya psichologiya [Social Science and Social Psychology]*, vol. 10, no. 40, pp. 138-140 (in Russian).
22. Rosavtodor (2016), \*ODM 218.2.071-2016 Metodicheskie rekomendatsii po proektirovaniyu kol'tsevykh peresechenij pri stroitel'stve i rekonstruktsii avtomobil'nykh dorog [Guidelines for the design of roundabouts in the construction and reconstruction of highways] [online]. Kodeks: Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tehnicheskikh dokumentov. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293746/4293746292.pdf> [Accessed 1 February 2025] (in Russian).
23. Methodological recommendations for the development and implementation of traffic management measures. Improving the efficiency of using roundabouts (in Russian).
24. Yashkina, N.T. (2014), "Features of designing roundabouts in a large city", In: *Mat. 69-j stud. nauch. konf. [Proc. of the 69th Stud. Sci. Conf.]* [online]. Bryansk: BGTU. Available at: [https://www.tubryansk.ru/upload/old\\_server/news/nis/m69k.pdf](https://www.tubryansk.ru/upload/old_server/news/nis/m69k.pdf) (in Russian)
25. Nikitin, N.A. and Savina, Yu.E. (2020), "Analysis of the effectiveness of various roundabout configurations when designing an exit from a new residential area", In: Novikov, A.N. (ed.) *Inform. tekhnologii i innovatsii na transporte: Mat. 5-j Mezhd. nauch.-prakt. konf., Oryol, 22-23 maya 2019 goda [Information Technologies and Innovations in Transport: Proc. of the 5th Inter. Sci. Pract. Conf., Oryol, May 22-23, 2019]*. Oryol: Orlovskiy gos. un-t im. I.S. Turgeneva [Oryol State University named after I.S. Turgenev], pp. 127-135 (in Russian).
26. Tsentr2M. "Intelligent transport systems" [online]. Available at: <https://center2m.ru/intellektualnye-transportnye-sistemy> [Accessed 28 December 2024] (in Russian).



27. VOCORD, “Intelligent transport systems” [online]. Available at: <https://www.vocord.ru/solutions/intellektualnye-transportnye-sistemy/> [Accessed 10 January 2024] (in Russian).
28. Promyshlennaya Tochka LLC, “Reversible traffic light signs and traffic rules” [online]. Available at: <https://prompoint.ru/blog/znaki-reversivnogo-svetofora-i-pravila-dvizheniya/> [Accessed 26 March 2024] (in Russian).
29. Kolesa.ru, “Reversible movement: how it works and what will happen if you drive through a red signal” [online]. Available at: <https://www.kolesa.ru/article/reversivnoe-dvizhenie-kak-ono-rabotaet-i-chto-budet-esli-vyekhat-pod-krasnyy-signal/> [Accessed 20 February 2024] (in Russian).
30. “Organization of reversible traffic on highways” [online]. Available at: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/11466/1/113-ntm-22.pdf> [Accessed 26 March 2024] (in Russian).
31. **Artemova, S.G., Somova, K.V. and Mukovnin, A.S.** (2018), “Substantiation of proposals for the use of reversible traffic on the street and road network of Volgograd”, *Vestnik Volgogradskogo gos. arkh.-stroit.un-ta. Ser.: Stroitel'stvo i arkhitektura [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture]*, vol. 54, no. 73, pp. 97-105 (in Russian).
32. **Serova, E.Yu.** (2016), “Possible ways to increase the capacity of the urban street and road network”, *Vestnik Volgogradskogo gos. arkh.-stroit. un-ta [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering]*, 46(65), pp. 84-94 (in Russian).
33. Minstroy Rossii (2019), SP 396.1325800.2018 Ulitsy i dorogi naselennykh punktov [Set of Rules 396.1325800.2018 Streets and roads of settlements]. Moscow: Standartinform (in Russian).
34. **Prozorovskaya, A.A. and Stepanchuk, A.V.** (2013), “Study of the capacity of intersections of main streets at different levels”, *Vestnik Ul'yanovskogo gos. tekhn. un-ta [Bulletin of the Ulyanovsk State Technical University]*, vol. 4, no. 64, pp. 65-68 [online]. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21125761> [Accessed 17 April 2024] (in Russian).

Received 10.07.2025

Approved 22.07.2025

Accepted 04.08.2025