

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции

Воронеж, 15 января 2024 г.

Воронеж 2024

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION  
OF THE RUSSIAN FEDERATION  
FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION  
OF HIGHER EDUCATION  
"VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES  
NAMED AFTER G.F. MOROZOV"

DEVELOPMENT OF MODERN SCIENCE AND TECHNOLOGY  
OF TRANSPORT PROCESSES

Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference

Voronezh, January 15, 2024

Voronezh 2024

УДК 656.05

P17

**P17** Развитие современной науки и технологий транспортных процессов : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 15 января 2024 г. / отв. ред. В. А. Зеликов ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 114 с. – URL: <https://vgltu.ru/zhizn-vuza/novosti/razvitie-sovremennoj-nauki-i-tehnologij-transportnyh-processov-nauchnaya-konferenciya-na-af/> – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1103-9

В сборнике представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции «Развитие современной науки и технологий транспортных процессов», прошедшей в г. Воронеже 15 января 2024 года.

Материалы конференции предназначены для специалистов автомобильной отрасли и широкого круга читателей.

УДК 656.05

ISBN 978-5-7994-1103-9

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Н.В. Зеликова, И.Ю. Струкова, Г.А. Денисов, Ю.В. Струков, С.С. Веневитина, С.В. Внукова</b> Оценка эффективности реконструкции участка автомобильной дороги с учетом факторов риска .....	5
<b>Т.П. Новикова, Д.А. Смирнов, С.А. Евдокимова</b> Влияние организации данных на эффективность функционирования информационной системы магазина автозапчастей.....	10
<b>А.Э. Бусарина, Р.А. Кораблев, М.С. Зимарин, О.И. Козинов, Г.А. Мариев</b> Снижение выбросов загрязняющих веществ автотранспорта системой рециркуляции отработавших газов (EGR).....	15
<b>А.В. Стасюк, И.В. Кузнецов, В.В. Стасюк, Э.А. Черников, В.В. Разгоняева, С.В. Внукова</b> Углеродный след электромобиля.....	31
<b>Н.Н. Паринов, М.А. Алехин, Д.В. Лихачев</b> К вопросу использования средств индивидуальной мобильности в крупных городах.....	37
<b>А.А. Штепа, Е.А. Яковлева, Ю.Н. Попова</b> Аспекты организационной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления по организации дорожного движения региональной и городской агломераций Воронежа.....	42
<b>А.А. Shtepa, Е.А. Maklakova, Е.А. Yakovleva</b> Forecast analysis of transport demand for socio-economic development, road network development and road safety in Voronezh.....	48
<b>А.А. Shtepa, У.А. Belyaeva, Е.А. Maklakova</b> Voronezh transport planning: development prospects.....	57
<b>А.А. Альбрехт, Г.Н. Климова, В.В. Стасюк, И.В. Кузнецов, М.Н. Казачек, А.Ю. Артемов</b> Варианты улучшения экологической обстановки в мире.....	61
<b>Г.Н. Климова, С.А. Ширяев, С.С. Веневитина, А.Ю. Артемов, В.В. Разгоняева, А.В. Школьных</b> Влияние организации дорожной обстановки на психологические возможности водителя.....	66
<b>Н.И. Злобина, Г.А. Денисов, А.А. Феофилова, Ю.В. Струков, В.Э. Клявин, В.А. Зеликов</b> Состояние вопроса безопасности дорожного движения с участием диких животных и пешеходов.....	73
<b>С.Р. Сподарев, В.В. Васильев, Р.А. Сподарев, Н.В. Зеликова, В.Э. Клявин, А.А. Феофилова</b> Мероприятия по повышению пропускной способности дорог, в том числе посредством устранения условий, способствующих созданию помех для дорожного движения или создающих угрозу его безопасности.....	80

<b>О.В. Сторожева, И.Ю. Струкова, Э.Н. Бусарин, С.В. Дорохин, В.А. Зеликов, С.А. Ширяев</b>	
Перспективы улучшения транспортной системы в городе Воронеж.....	84
<b>А.А. Яровенко, С.В. Дорохин, Э.А. Черников, Э.Н. Бусарин, Р.А. Сподарев, М.Н. Казачек</b>	
Организация одностороннего движения на примере ул. Карпинского городского округа город Воронеж.....	90
<b>К.А. Закурдаева, В.П. Белокуров, М.А. Бузунов, Е.Н. Пенькин, А.А. Ситников</b>	
Особенности решения задач пассажирских автоперевозок в больших городах.....	94
<b>Ань Синь, О.Ю. Булатова</b>	
Применение цифровых технологий при реализации чайной продукции на территории КНР.....	100
<b>Ма Иньпин, О.Ю. Булатова</b>	
Реализация цифровых дорожных сервисов на примере моста Янпу (КНР)....	105
<b>Ху Лижу, О.Ю. Булатова</b>	
Подходы к сбору транспортных данных в «Умных городах».....	110

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ РИСКА

Н.В. Зеликова, И.Ю. Струкова, Г.А. Денисов,  
Ю.В. Струков, С.С. Веневитина, С.В. Внукова

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В статье рассматривается вопрос устойчивости проекта реконструкции участка автомобильной дороги с учетом возможных рисков. Говорится о комплексе техногенных, социальных и экономических факторов, по которым проводится оценка устойчивости проекта реконструкции участка. Рассмотрены риски, связанные с реконструкцией участка автомобильной дороги.

**Ключевые слова:** участок автомобильной дороги, реконструкция, оценка эффективности, факторы риска, устойчивость проекта

## ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF RECONSTRUCTION OF A SECTION OF HIGHWAY, TAKING INTO ACCOUNT THE RISK FACTORS

N.V. Zelikova, I.Yu. Strukova, G.A. Denisov,  
Yu.V. Strukov, S.S. Venevitina, S.V. Vnukova

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G. F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** The article examines the issue of sustainability of the project for the reconstruction of a section of the highway, taking into account possible risks. It talks about a complex of technogenic, social and economic factors that are used to assess the sustainability of the site reconstruction project. The risks associated with the reconstruction of a section of the highway are considered.

**Keywords:** highway section, reconstruction, efficiency assessment, risk factors, project sustainability.

Оценка устойчивости проекта реконструкции участка автомобильной дороги с учетом возможных рисков проводится по комплексу техногенных, социальных и экономических факторов [1, 2, 3, 4].

Основными факторами, имеющими значение при определении эффективности реконструкции участка автомобильной дороги, являются:

- точность определения суммарного объема инвестиций;
- изученность геологических, гидрологических и других природных условий в районе реконструкции участка автомобильной дороги;
- возможные изменения уровня цен в строительстве автомобильных дорог;
- развитие экономики по сценарию, который отличается от принятого в проекте реконструкции участка дороги;
- соблюдение сроков реконструкции участка дорожной сети;
- экологические последствия от реконструкции участка дороги;
- социальные последствия реконструкции участка;
- экономические последствия предлагаемой реконструкции.

Из перечисленных условий эффективности инвестиционного проекта стоимость реконструкции участка дорожной сети является основополагающим фактором его реализации. Поэтому для избегания вероятности ошибки расчет объема инвестиций в реконструкцию участка дороги необходимо проводить в текущем уровне цен ресурсным методом в новой сметно-нормативной базе ценообразования с использованием сертифицированного сметного программного комплекса.

Риск, связанный с недостаточной изученностью природных условий, будет практически минимален, если технические изыскания будут выполнены в полном объеме.

Реконструкция участков дорожной сети выполняется за счет средств дорожного фонда с использованием отечественной валюты, вследствие этого риск из-за инфляционного повышения цен погашается повышением индекса цен на дорожные работы.

Для исключения риска, связанного с нарушением сроков строительства установлен порядок обязательного проведения подрядных торгов на выполнение работ. Такой подход позволяет исключить какие-либо издержки, связанные с данным риском.

В основу определения перспективной интенсивности движения необходимо заложить темпы роста при умеренно-оптимистическом сценарии развития экономики, которые позволяют снизить риск при принятии решений по назначению основных характеристик проектируемого участка автомобильной дороги и оценке эффективности инвестиций.

Риск возникновения в результате реконструкции участка дорожной сети неблагоприятных экологических последствий минимизируется за счет разработанных в проекте мер по охране окружающей среды. Высокие транспортно-эксплуатационные показатели должны обеспечивать на требуемом уровне безопасность рассматриваемого участка.

Риск негативного отношения к проекту из-за проведения строительных работ вообще не имеет места, так как реконструкция намного улучшает условия движения, сокращает транспортно-эксплуатационные затраты, способствует социально-экономическому развитию района тяготения.

Экономическая устойчивость проекта определяется доходом, который может быть получен в случае развития ситуации при реконструкции участка дороги, отличной от прогнозируемой.

Риск измеряется отклонением ожидаемого чистого дисконтированного дохода (ЧДД) от расчетного. При диапазоне этих отклонений до 11 % риски инвестиционного проекта характеризуются незначительными.

При реконструкции проектируемого участка дорожной сети необходимо определить величину чистого дисконтируемого дохода для различных сценариев развития экономики района тяготения:

- для пессимистического;
- для умеренно-оптимистического (базового);
- для оптимистического.

Величина ожидаемого интегрального эффекта ( $\text{ЧДД}_{\text{ож.}}$ ) с учетом фактора риска определяется по формуле

$$\text{ЧДД}_{\text{ож.}} = K \times \text{ЧДД}_{\text{max}} + (1 - K) \times \text{ЧДД}_{\text{min}}, \quad (1)$$

где  $\text{ЧДД}_{\text{max}}$ ,  $\text{ЧДД}_{\text{min}}$  – наибольший и наименьший интегральный эффект (ЧДД) по рассмотренным сценариям;



К – специальный норматив для учета неопределенности эффекта, отражающий систему предпочтений соответствующего хозяйственного субъекта в условиях неопределенности, рекомендуется принимать на уровне 0,3.

Если ожидаемый ЧДД отличается от рассчитанной базовой величины менее чем на 11 %, это говорит о достаточно высокой защищенности проекта от воздействия факторов риска.

#### Список литературы

1. Рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения за счет улучшение конструкции автомобильных дорог / Н. В. Зеликова, М. Н. Казачек, Ю. В. Струков, Г. А. Денисов, В. В. Разгоняева, В. А. Зеликов // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте : сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием ; под науч. ред. В. В. Салмина. – Пенза, 2022. – С. 85-89.

2. Traffic safety as a factor of competitiveness of economic system and a reason for increase of differentiation of developed and developing countries: management on the basis of new ict / Zelikov V. A., Strukov Yu. V., Razgonyaeva V. V., Korablev R. A., Artemov A. Yu. // Lecture Notes in Networks and Systems. Proceedings Paper of International Conference. Editor Elena G. Popkova. 2019. С. 161-165.

3. Анализ информационных технических систем для совершенствования управления автомобильными перевозками / Г. Н. Климова, В. А. Зеликов, Ю. В. Струков, Г. А. Денисов, Н. В. Зеликова, М. Н. Казачек // Информационно-вычислительные технологии и их приложения. Сборник статей XXIV Международной научно-технической конференции. Пенза, 2020. С. 41-46.

4. Психологические аспекты, влияющие на БДД, и их учет при обучении водителей / Г.Н. Климова, В.А. Зеликов, Ю.В. Струков, Г.А. Денисов, В.В. Разгоняева // Грузовик. 2020. № 6. С. 38-44.

#### References

1. Recommendations on ensuring road safety by improving the design of highways / N.V. Zelikova, M.N. Kazachek, Yu.V. Strukov, G.A. Denisov, V.V. Razgonyaeva, V.A. Zelikov // Innovations of technical solutions in mechanical engineering and transport. Collection of articles of the VIII All-Russian Scientific and Technical Conference for young scientists and students with international participation. Under the scientific editorship of V.V. Salmin. Penza, 2022. pp. 85-89.

2. Traffic safety as a factor of competitiveness of economic system and a reason for increase of differentiation of developed and developing countries: management on the basis of new ict / V.A. Zelikov, Yu.V. Strukov, V.V. Razgonyaeva, R.A. Korablev, A.Yu. Artemov // Lecture Notes in Networks and Systems. Proceedings Paper of International Conference. Editor Elena G. Popkova. 2019. pp. 161-165.

3. Analysis of information technical systems for improving the management of road transport / G.N. Klimova, V.A. Zelikov, Yu.V. Strukov, G.A. Denisov, N.V. Zelikova, M.N. Kazachek // Information and computing technologies and their applications. Collection of articles of the XXIV International Scientific and Technical Conference. Penza, 2020. pp. 41-46.

4. Psychological aspects affecting BDD and their consideration in driver training / G.N. Klimova, V.A. Zelikov, Yu.V. Strukov, G.A. Denisov, V.V. Razgonyaeva // Truck. 2020. No. 6. pp. 38-44.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДАННЫХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МАГАЗИНА АВТОЗАПЧАСТЕЙ

Т.П. Новикова, Д.А. Смирнов, С.А. Евдокимова

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В основе любой информационной системы лежит набор данных, который может устанавливать входные параметры системы, определять или рассчитывать итоговые показатели эффективности функционирования протекающих процессов, отделов, организаций, предприятий и др., которые определяет предметная область. Таким образом организация данных напрямую влияет на эффективность системы. В данной работе организация данных рассмотрена на конкретном примере магазина автозапчастей.

**Ключевые слова:** СУБД, модель базы данных, информационная система, магазин автозапчастей.

## THE IMPACT OF DATA ORGANIZATION ON THE EFFICIENCY OF THE AUTO PARTS STORE INFORMATION SYSTEM

T.P. Novikova, D.A. Smirnov, S.A. Evdokimova

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** Any information system is based on a set of data that can set the input parameters of the system, determine or calculate the final performance indicators of the functioning of ongoing processes, departments, organizations, enterprises, etc., which are determined by the subject area. Thus, the organization of data directly affects the efficiency of the system. In this paper, the organization of data is considered on a specific example of an auto parts store.

**Keywords:** DBMS, database model, information system, auto parts store.

Организованный по определенным правилам набор данных является базой данных. Работа с базами данных происходит в специальных программных средствах – СУБД.

Информационная система для магазина автозапчастей создавалась с целью минимизации затрат на приобретение готовых решений, в условиях санкций иностранных разработчиков, которые применены в настоящий момент или могут быть введены в будущем, в отношении организаций, работающих на территории Российской Федерации.

Реляционная модель базы данных представлена на рисунке 1. Она включает в себя восемь таблиц: Пользователи, Марка, Модель, Тип запчасти, Запчасть, Заказ, Чек.

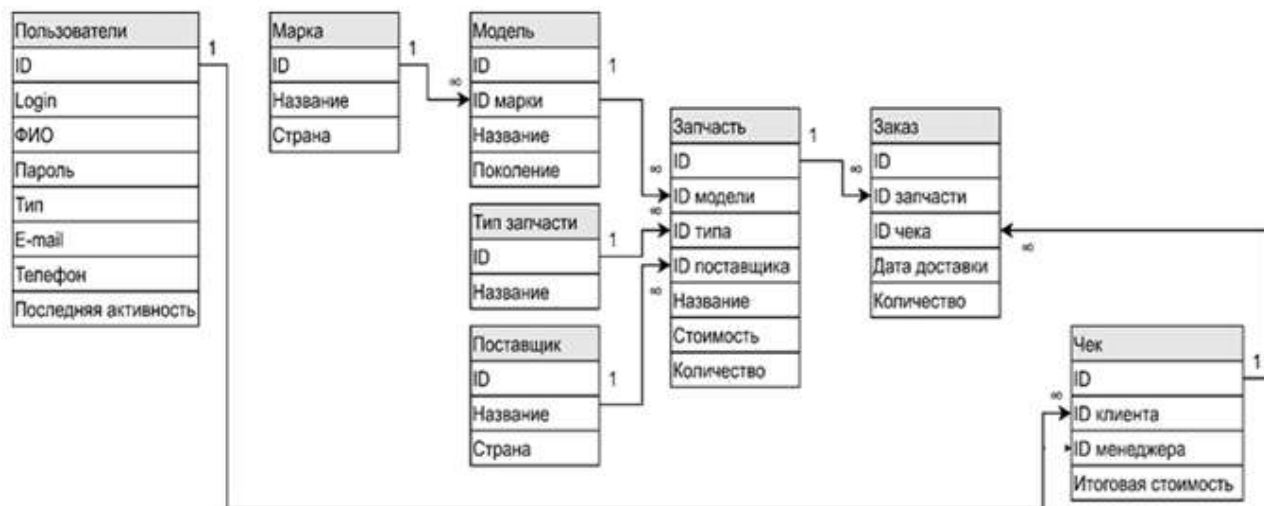


Рисунок 1 – Реляционная модель базы данных информационной системы для магазина автозапчастей

Таблица Пользователи содержит следующую информацию [4]:

- 1) ID – уникальный идентификатор пользователя.
- 2) Login – идентификатор учетной записи, используемый совместно с паролем для входа в информационную систему, в случае присвоенного типа manager или admin.
- 3) ФИО – фамилия, имя и отчество пользователя.
- 4) Пароль – аутентификатор учетной записи, используемый совместно с логином для входа в информационную систему.
- 5) Тип – тип учетной записи, который определяет права и возможности пользователя, при работе с информационной системой, в случае присвоения manager или admin.

- 6) E-mail – электронная почта пользователя.
- 7) Телефон – телефон пользователя.
- 8) Последняя активность – дата и время последней активности пользователя.

Таблица Марки содержит следующую информацию:

- 1) ID – уникальный идентификатор марки автомобиля.
- 2) Название – название марки автомобиля.
- 3) Страна – страна изготовителя автомобиля.

Таблица Модели содержит следующую информацию:

- 1) ID – уникальный идентификатор модели автомобиля.
- 2) ID марки – уникальный идентификатор марки автомобиля.
- 3) Название – название модели автомобиля.
- 4) Поколение – поколение автомобиля.

Таблица Тип запчасти содержит следующую информацию:

- 1) ID – уникальный идентификатор типа запчасти.
- 2) Название – название запчасти автомобиля.

Таблица Поставщик содержит следующую информацию:

- 1) ID – уникальный идентификатор поставщика запчасти.
- 2) Название – название поставщика.
- 3) Страна – страна нахождения поставщика.

Таблица Запчасть содержит следующую информацию:

- 1) ID – уникальный идентификатор запчасти.
- 2) ID модели – уникальный идентификатор модели автомобиля.
- 3) ID типа – уникальный идентификатор типа запчасти.
- 4) ID поставщика – уникальный идентификатор поставщика запчасти.
- 5) Название – название запчасти.
- 6) Стоимость – стоимость запчасти.
- 7) Количество – количество запчастей к заказу.

Содержание таблицы Запчасть включает в себя, как распространенные расходные материалы (масло моторное, свечи зажигания, фильтры и т.п.), так и электронные системы управления, специализированные присадки топлива [1,5].

Таблица Заказ содержит следующую информацию:

- 1) ID – уникальный идентификатор заказа.
- 2) ID запчасти – уникальный идентификатор запчасти.
- 3) ID чека – уникальный идентификатор чека оплаченного заказа.
- 4) Дата доставки – дата доставки заказа.
- 5) Количество – общее количество запчастей в заказе.

Таблица Чек содержит следующую информацию:

- 1) ID – уникальный идентификатор чека.
- 2) ID клиента – уникальный идентификатор клиента.
- 3) ID менеджера – уникальный идентификатор менеджера, который обработал заказ.
- 4) Итоговая стоимость – итоговая сумма к оплате за заказ.

Нормализация баз данных – это процесс организации данных в базе данных для устранения избыточности и повышения эффективности их использования [2]. Этот процесс включает в себя разделение таблиц на более мелкие и связывание их между собой с помощью ключей. Модель базы данных, представленная на рисунке 1 находится, как минимум в 3НФ, что является достаточным для эффективной работы.

С целью отладки работы системы и возможности использования её удаленно на различных ПК – базу данных было принято разместить на облачном сервере [3] MySQL db4free.net.

Db4free.net – это бесплатный сервис размещения баз данных MySQL, который позволяет пользователям создавать свои собственные базы данных и управлять ими. Это некоммерческий сервис, предоставляемый разработчиками phpMyAdmin, и предназначен для использования только в целях тестирования и разработки. Пользователи могут создавать до двух баз данных для каждой учетной записи, максимальный размер каждой из которых составляет 200 МБ. Сервис доступен на нескольких языках и доступен из любой точки мира.

## Список литературы

1. Новикова, Т. П. Электронная компонентная база современных средств управления системами автомобильного транспорта / Т. П. Новикова // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2015. – Т. 2, № 2(3). – С. 803-806. – DOI 10.12737/19567.
2. Новикова, Т. П. Управление данными : лабораторный практикум / Т. П. Новикова. – Воронеж, 2022. – 106 с.
3. Новикова, Т. П. Облачные технологии – становление и перспективы развития / Т. П. Новикова, В. В. Лядов, М. В. Назаренко // Моделирование систем и процессов. – 2013. – № 1. – С. 37-39.
4. Евдокимова, С. А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С. А. Евдокимова, А. В. Журавлев, Т. П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12. – DOI 10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.
5. Новиков, А. И. Применение нанотехнологий в автомобильном транспорте : учебное пособие / А. И. Новиков. – Воронеж, 2016. – 156 с. – ISBN 978-5-7994-0744-5.

## References

1. Novikova, T. P. Electronic component base of modern means of control of motor transport systems / T. P. Novikova // Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects of rational use. - 2015. – Vol. 2, No. 2(3). – pp. 803-806. – DOI 10.12737/19567.
2. Novikova, T. P. Data management: laboratory workshop / T. P. Novikova. – Voronezh, 2022. – 106 p.
3. Novikova, T. P. Cloud technologies – formation and prospects of development / T. P. Novikova, V. V. Lyadov, M. V. Nazarenko // Modeling of systems and processes. - 2013. – No. 1. – pp. 37-39.
4. Evdokimova, S. A. Application of clustering algorithms for analyzing the customer base of the store / S. A. Evdokimova, A.V. Zhuravlev, T. P. Novikova // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 4-12. – DOI 10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.
5. Novikov, A. I. Application of nanotechnology in automobile transport : A textbook / A. I. Novikov. – Voronezh, 2016. – 156 p. – ISBN 978-5-7994-0744-5.

## СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТА СИСТЕМОЙ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ (EGR)

А.Э. Бусарина, Р.А. Кораблев, М.С. Зимарин, О.И. Козинов, Г.А. Мариев

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные загрязняющие вещества в выхлопных газах автомобилей и система их снижения – рециркуляция отработавших газов (EGR).

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества, выхлопные газы, двигатель внутреннего сгорания, автотранспорт, система рециркуляции

## REDUCTION OF EXHAUST EMISSIONS FROM MOTOR VEHICLES USING EXHAUST GAS RECIRCULATION (EGR) SYSTEM

A.E. Busarina, R.A. Korablev, M.S. Zimarin, O.I. Kozinov, G.A. Mariev

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** This article examines the main pollutants in the exhaust gases of automobiles and the system for their reduction - exhaust gas recirculation (EGR).

**Keywords:** pollutants, exhaust gases, internal combustion engine, motor vehicles, recirculation system.

В настоящее время одной из важнейших причин загрязнения воздуха являются загрязнители, выбрасываемые автотранспортом. Особенно в городах и крупных населенных пунктах увеличивающееся количество транспортных средств угрожает окружающей среде и здоровью населения. Поэтому ЭВ, в выхлопных газах автотранспорта, давно привлекают внимание исследователей. Особенно в последние годы, в связи с постепенным уменьшением запасов ископаемых топлив и их негативным воздействием на окружающую среду, проводятся исследования в области чистой энергии, чистых топлив и процессов сгорания.



Производители двигателей также сталкиваются с постоянно ужесточающимися нормами по выбросам, что приводит к постоянному снижению уровней выбросов.

В данном исследовании проведен подробный обзор литературы о механизмах образования выбросов из выхлопных газов автотранспорта и развитии методов их снижения.

Основными выбросами из выхлопных газов бензиновых и дизельных двигателей, которые стали одними из главных источников загрязнения воздуха в настоящее время, являются оксид углерода (CO), оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), углеводороды (CH), твердые частицы (ТЧ), оксиды серы ( $\text{SO}_x$ ) и соединения свинца (Pb) [1]. CO,  $\text{NO}_x$ , CH и ТЧ - это продукты сгорания топлива. Однако  $\text{SO}_x$  и свинец - это загрязнители, связанные с топливом. CO и CH встречаются в больших количествах в бензиновых двигателях, тогда как дизельные двигатели часто вызывают проблемы с образованием ТЧ и  $\text{NO}_x$  [2]. Кроме того, с целью сокращения выбросов от транспортных средств разрабатываются различные системы, а новые стандарты выбросов устанавливают ограничения на выбросы CO, CH,  $\text{NO}_x$  и ТЧ [3].

CO – оксиды углерода, которые попадают в атмосферу при сгорании ископаемых топлив, промышленных выбросах, сжигании биомассы и сгорании метана и неметановых углеводородов [4]. Образование CO обычно зависит от воздушно-топливного соотношения. Образование CO связано с неполным окислением топлива в камере сгорания и низкой температурой горения отработавших газов. Кроме того, интенсивность турбулентности влияет на образование CO, так как она важна для образования гомогенной смеси. Вдыхание CO снижает перенос кислорода гемоглобином в крови. Это увеличивает риск паралича, ухудшает способность к обучению и приводит к нарушениям сна и другим болезням [6, 7].

Выбросы  $\text{NO}_x$  вызывают повреждение тканей в легких и нарушение функций дыхания, что приводит к респираторным заболеваниям [7]. Образование  $\text{NO}_x$  происходит, когда азот ( $\text{N}_2$ ) и кислород ( $\text{O}_2$ ) соединяются при температуре выше 1800 К. У дизельных двигателей увеличение соотношения воздух-топливо при высоких нагрузках повышает давление и температуру, что способствует сгоранию

смеси ближе к стехиометрическому соотношению. Это увеличивает образование  $\text{NO}_x$ . Снижение воздушно-топливного соотношения уменьшает выбросы  $\text{NO}_x$ , но у дизельных двигателей это не работает так хорошо из-за неравномерного распыления топлива [8]. Уменьшение задержки зажигания, особенно при использовании топлива с высоким октановым числом, снижает количество топлива, накапливающегося в камере сгорания, и, следовательно, уменьшает рост температуры внутри камеры сгорания, что приводит к снижению выбросов  $\text{NO}_x$ . Кроме того, параметры, такие как интенсивность турбулентности, количество отверстий в форсунке, конструкция камеры сгорания и давление распыления, оказывают влияние на образование  $\text{NO}_x$  [9]. Для мониторинга выбросов  $\text{NO}_x$  можно использовать портативные измерительные системы. В исследовании отмечается, что для снижения  $\text{NO}_x$  при низких температурах атмосферы требуются системы для снижения  $\text{NO}_x$  и системы рециркуляции отработавших газов (EGR) [9].

Выбросы углеводородов (СН) в ДВС происходят из-за того, что топливо не сгорает полностью и из-за испарений в топливной системе. СН выбросы обладают ядовитыми свойствами и в течение многих лет считались раковым агентом [10]. Самые важные механизмы образования СН включают в себя заполнение полостей в камере сгорания смесью воздуха и топлива, абсорбцию и десорбцию топлива в масляном слое, оставшееся жидкое топливо в цилиндре, утечки в местах, где расположены вентильные седла, и холодные условия эксплуатации [11, 12]. Пламя, движущееся в камере сгорания, может погаснуть, когда оно соприкасается с холодными стенками цилиндра. В этот момент реакции окисления в стенках цилиндра ухудшаются, сгорание не завершается, и выделяется СН. Для уменьшения вредных выбросов в некоторых странах применяются штрафные санкции к автопроизводителям. В исследованиях были предложены программы и оценки, в результате которых было предположено, что в Соединенных Штатах к 2045 году по сравнению с 2022 годом можно уменьшить  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , ТЧ и  $\text{CO}_2$  на 70, 30, 45 и 36 % соответственно [13]. Другим важным видом загрязнения являются выбросы ТЧ, которые, в основном, обусловлены дизельными двигателями. Однако они также встречаются в бензиновых двигателях при сильно обогащенных смесях воздух/топлива [14]. Выбросы ТЧ образуются из-за конденсации в газовой фазе

тяжелых углеводородов в областях сильного обогащения, при высокой температуре [15]. Кроме того, они образуются в результате накопления частично сгоревшего топлива и молекул масла [16, 17]. Они могут вызывать сердечно-сосудистые заболевания, заболевания дыхательных путей, рак легких и другие виды рака [6].

Оксиды серы ( $SO_x$ ) – это выбросы, вызванные неравномерным сгоранием в дизельных двигателях и происходящие из содержания серы в топливе и маслах для смазки двигателя. Снижение выбросов  $SO_x$  чаще всего достигается путем снижения содержания серы в топливе.  $SO_x$  выбросы приводят к образованию серной кислоты внутри двигателя, что приводит к потере свойств смазывающего масла и увеличению износа [18, 19]. Содержание серы в дизельном топливе снизилось с 350 ppm в 2000 году до 50 ppm в 2005 году. Начиная с 2009 года, топливо с очень низким содержанием серы ( $<10$  ppm) стало обязательным [19].

При установлении стандартов выбросов по всему миру учитываются факторы, связанные с применимостью и реализацией. Определение пределов выбросов  $CO_2$ ,  $NO_x$ , метана и других парниковых газов устанавливается регионально [20, 21]. В странах с большим населением выбросы вредных газов в атмосферу также происходят в процессе производства энергии. Например, в Китае был проведен анализ сценариев для выбросов  $CO_2$  в результате производства электроэнергии. Модельное исследование показало, что максимальные выбросы  $CO_2$  от производства электроэнергии в Китае не будут достигнуты до 2030 года. Эти выбросы непосредственно связаны с потреблением электроэнергии в Китае [22]. Также в Тунисе проводятся исследования по снижению выбросов  $CO_2$  в дорожном транспорте. В ходе исследования было установлено, что повышение энергоэффективности и снижение выбросов  $CO_2$  из транспорта являются основными факторами [23]. Каждый год количество моторных транспортных средств в мире увеличивается примерно на 50 миллионов. Согласно данным агентства «АВТОСТАТ», на 1 июля 2023 года в нашей стране было зарегистрировано 53,89 млн автотранспортных средств. 85 % от этого количества приходится на легковые автомобили, которых числится 45,74 млн штук. Также в России насчитывается 4,12 млн легких коммерческих машин (LCV) и 3,67 млн грузовиков. А самым малочисленным сегментом в парке автомобильной техники по-прежнему

являются автобусы – их зарегистрировано 0,36 млн. единиц [24]. Количество автомобилей и общее количество дорожных аварий по годам представлены в табл. 1. Учитывая рост количества автомобилей, выбросы вредных газов в атмосферу и происходящие аварии, становится неизбежной необходимостью в принятии серьезных мер и внедрении систем снижения выбросов. С учетом этой динамики, автомобиль, проезжающий примерно 150 тыс. км в год, в среднем расходует 100 тонн топлива и 150 литров масла. Если учесть этот расход топлива и масла, то общий вес выбросов из выхлопов и частиц в атмосферу составляет около 35 тонн. Только в США автотранспорт потребляет 50 % нефти и создает 25 % выбросов CO<sub>2</sub> [25]. Эта проблема решается введением ограничений на выбросы.

Таблица 1 – Количество автомобилей и общее количество дорожных аварий по годам [26]

Наименование показателей	Показатели по годам							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Количество автомобилей в частной собственности авт./1000 чел.	288,8	294	305	314,6	323,8	330	334,8	340,3
Количество аварий, тыс.	184	173,7	169,4	168,1	164,4	145,1	133,3	126,7

На основе представленных данных о количестве автомобилей в частной собственности на 1 тысячу человек и количестве дорожных аварий в России с 2015 по 2022 год отмечается устойчивый рост количества автомобилей на 1 тысячу человек с 288,8 в 2015 году до 340,3 в 2022 году. Этот тренд свидетельствует о постоянном увеличении автопарка в частной собственности на фоне изменяющихся социально-экономических условий. В то время как количество автомобилей росло, заметно снижалось количество дорожных аварий. В период с 2015 по 2022 год общее количество аварий сократилось с 184 тыс. до 126,7 тыс. Это может указывать на эффективность мер по улучшению безопасности дорожного движения, внедрение новых технологий и повышение осведомленности об управлении автомобилем. Ежегодное количество дорожно-транспортных происшествий в России за

наблюдаемый период постепенно снижалось, достигнув в 2022 году примерно 126,7 тыс. ДТП. Для сравнения, в 2015 г. этот показатель был примерно на 57,3 тыс. выше.

В табл. 2 приведены предельные значения выбросов для Евро-6 [26, 27].

Таблица 2 – Значения выбросов выхлопных газов в соответствии с нормами Евро-6 [26]

Тип ТС	№	Базовая масса, кг	Пределы выбросов для Евро-6					
			СО (г/км)		СН (г/км)		NMСН* (г/км)	
			бензин	дизель	бензин	дизель	бензин	дизель
Легковые ТС			1	0,5	0,1	-	0,068	-
Грузовые ТС	1	<1305	1	0,5	0,1	-	0,068	-
	2	1305-1760	1,810	0,630	0,130	-	0,090	-
	3	>1760	2,270	0,740	0,160	-	0,108	-
Тип ТС	№	Базовая масса, кг	NO <sub>x</sub> (г/км)		СН+ NO <sub>x</sub> (г/км)		ТЧ (г/км)	
			бензин	дизель	бензин	дизель	бензин	дизель
Легковые ТС			0,060	0,080	-	0,170	0,0045	0,0045
Грузовые ТС	1	<1305	0,060	0,080	-	0,170	0,0045	0,0045
	2	1305-1760	0,075	0,105	-	0,195	0,0045	0,0045
	3	>1760	0,082	0,125	-	0,215	0,0045	0,0045

\*NMСН - неметановые углеводороды

Впервые ограничения и регулирования по выбросам были введены в мире в Калифорнии и странах Европейского союза в 1968 году. Требования к выбросам, начиная с Евро-1 в январе 1992 года, постепенно ужесточались. В нашей стране также существует обязательное соответствие стандартам выбросов Евро-5, представленным в 2016 году. В то время как в ЕС Евро-6 обязателен для авто, произведенных после сентября 2015 года.

Метод снижения выбросов, вызванных автотранспортом, заключается в усовершенствовании технологии двигателя и качества топлива для улучшения процесса сгорания.

Эффективность трехкомпонентного катализатора зависит от воздушно-топливного соотношения и типа активного вещества, используемого в катализаторе. На рис. 1 показана эффективность трехкомпонентного катализатора в зависимости от воздушно-топливного соотношения. Максимальная эффективность катализатора достигается в районе стехиометрии [28]. В 1980-х годах наиболее распространенными активными материалами в трехкомпонентных катализаторах были родий (Rh) и платина (Pt). При близких к стехиометрии условиях работы катализатор обеспечивает максимальное превращение, но при удалении от стехиометрии превращение снижается [29].

В настоящее время использование палладия (Pd) как активного металла вызывает большой интерес из-за высокой стоимости родия (Rh) [30]. Использование оксида церия ( $\text{CeO}_2$ ), способного к аккумуляции кислорода, в трехкомпонентных катализаторах позволило существенно устранить этот недостаток. Катализаторы с высокой емкостью по удержанию кислорода обеспечивают высокую эффективность превращения [31]. Смешанные оксиды церия и циркония в твердом растворе имеют более высокую термическую стойкость, емкость по удержанию кислорода, свойства окисления и восстановления, а также каталитическую активность по сравнению с чистым оксидом церия. Поэтому в современных трехкомпонентных катализаторах для увеличения емкости по удержанию кислорода вместо чистого оксида церия используется смесь оксидов церия и циркония в твердом растворе [33].

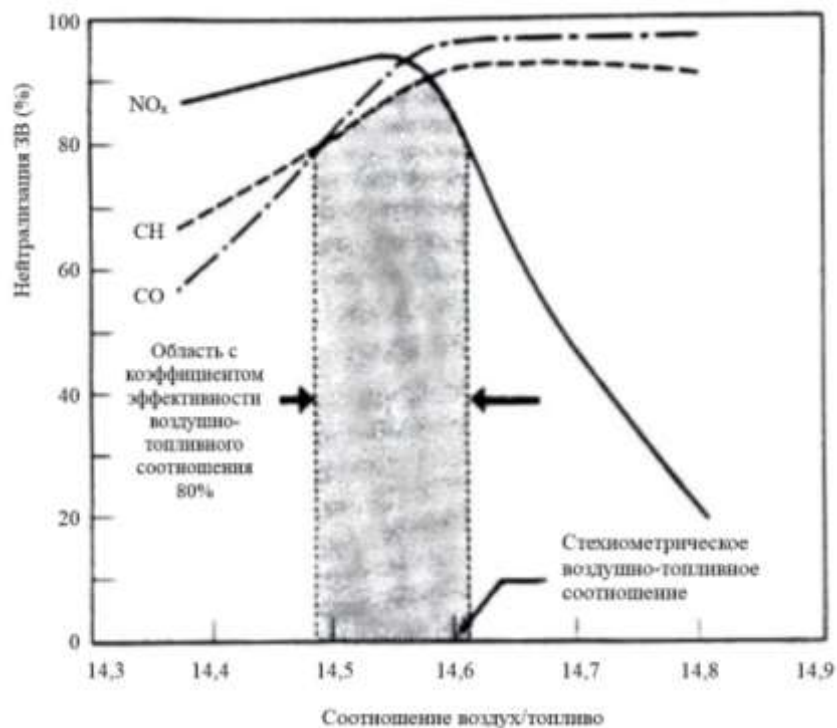


Рисунок 1 – Эффективность трехкомпонентного катализатора [32]

В современных автомобилях с трехкомпонентными катализаторами в холодных условиях работы выпускается около 80-90 % выбросов углеводородов. Для устранения этой проблемы наиболее распространенным методом является близкое расположение катализатора к двигателю. Однако такая близость повышает температуру внутри катализатора до более 1000 °С, что может привести к слипанию и потере активности смешанных оксидов церия и циркония [34]. Поэтому необходимо увеличивать термическую стойкость и устойчивость смешанных оксидов церия и циркония для улучшения эффективности удержания кислорода [35].

Увеличение доли EGR может снижать уровень NO<sub>x</sub>, но в то же время приводит к росту выбросов CO, CH и ТЧ. На рисунке 2 изображено совместное воздействие доли EGR на выбросы CO, CH и NO<sub>x</sub>. При уровне EGR более 20 %, выбросы CO и CH резко увеличиваются. В бензиновых двигателях максимальное значение EGR составляет около 20 %, в то время как в дизельных двигателях оно может достигать 50 %. Превышение указанных значений приводит к ухудшению процесса сгорания, снижению производительности двигателя и невозможности контроля над другими выбросами [36].

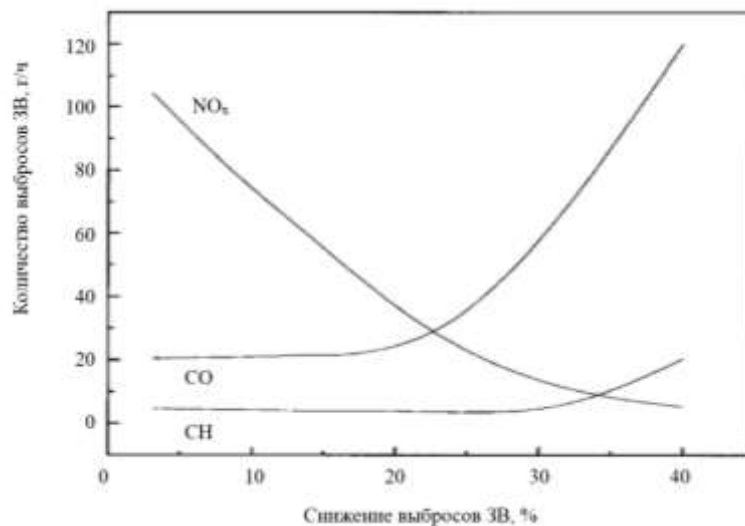


Рисунок 2 – Влияние доли рециркуляции выхлопных газов (EGR) на выбросы загрязняющих веществ [37]

В современных дизельных двигателях используются системы EGR с охладителями. На рис. 3 показана система EGR. Входящие горячие выхлопные газы повышают температуру впускаемого свежего воздуха, но снижают его плотность. Это увеличивает температуру после сгорания и способствует образованию NO<sub>x</sub> из-за повышенной температуры сгорания. Понижение плотности впускаемого воздуха снижает объемный КПД и производительность двигателя [35. 36]. При увеличении доли EGR снижается объемный КПД. Кроме того, для снижения выбросов NO<sub>x</sub> и РМ изучаются новые методы сгорания, основанные на EGR, такие как гомогенное сжатое воспламенение с одновременной и предварительной подачей топлива или низкотемпературное сжигание. Новые методы сгорания, такие как дымное и богатое смешанное сжигание, снижают температуры, достигаемые даже при богатой смеси [33]. С помощью модифицированной кинетической модели сжигания они смогли снизить выбросы NO<sub>x</sub> при высокой доле EGR, не увеличивая расход топлива [37].



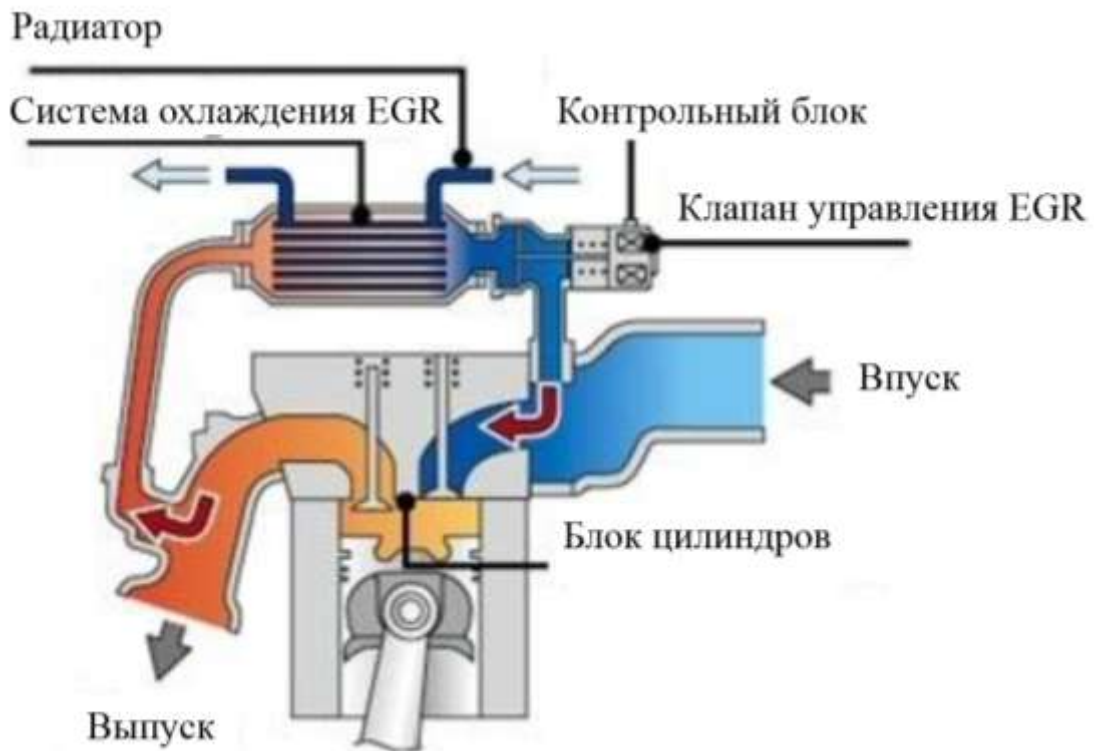


Рисунок 3 – Система рециркуляции отработавших газов (EGR)

В этом исследовании был проведен подробный анализ литературы, чтобы изучить развитие методов снижения выбросов. Выбросы из выхлопных газов моторных транспортных средств обусловлены такими факторами, как неполное сгорание, несоответствие смеси воздуха и топлива, свойства топлива и различные условия работы двигателя. Выбросы, вызванные недостижением оптимальных условий сгорания, представляют угрозу окружающей среде и здоровью человека. Среди наиболее эффективных методов снижения выбросов транспортных средств можно выделить каталитические конвертеры, селективную каталитическую редуцию и сажевые фильтры. Кроме того, исследования по альтернативным видам сгорания и топливам играют важную роль в снижении выбросов из транспорта. Однако также замечено, что в будущем для достижения целей нулевых выбросов могут использоваться альтернативные методы, такие как электрические транспортные средства, водородное топливо и различные режимы сгорания.

## Список литературы

1. Lazarev E.A. Peculiarities of gas pressure development depending on the intensity of a burning fuel in the diesel engine cylinder / E.A. Lazarev, M.A. Matculevich, V.E. Lazarev // *Procedia Engineering*. – 2016. – Vol. 150. – pp. 132-137. – DOI 10.1016/j.proeng.2016.06.735.
2. Engine emissions with air pollutants and greenhouse gases and their control technologies / A. Fayyazbakhsh, M.L. Bell, X. Zhu [et al.] // *Journal of Cleaner Production*. – 2022. – Vol. 376. – 134260. – DOI 10.1016/j.jclepro.2022.134260.
3. The role of NO<sub>x</sub> emission reductions in Euro 7/VII vehicle emission standards to reduce adverse health impacts in the EU27 through 2050 / E. Mulholland, J. Miller, Y. Bernard [et al.] // *Transportation Engineering*. – 2022. – Vol. 9. – P. 100133. – DOI 10.1016/j.treng.2022.100133.
4. Eldesouki M.H. A comprehensive overview of carbon dioxide, including emission sources, capture technologies, and the conversion into value-added products / M.H. Eldesouki, A.E. Rashed, A. El-Moneim // *Clean Technologies and Environmental Policy*. – 2023. – Vol. 25. – pp. 3131-3148. – DOI 10.1007/s10098-023-02599-9.
5. Carbon monoxide poisoning: pathogenesis, management, and future directions of therapy / J.J. Rose, L. Wang, Q. Xu [et al.] // *Am J Respir Crit Care Med*. – 2017. – 195(5). – pp. 596-606. – DOI 10.1164/rccm.201606-1275CI.
6. Effects of air pollutants on airway diseases / Y.-G. Lee, P.-H. Lee, S.-M. Choi [et al.] // *Int J Environ Res Public Health*. – 2021. – 18(18). – 9905. – DOI 10.3390/ijerph18189905.
7. Guo Q. On the optimization of the double-layer combustion chamber with and without EGR of a diesel engine / Q. Guo, J. Liu, B. Wu, Y. Liu // *Energy*. – 2022. – Vol. 247. – 123486. – DOI 10.1016/j.energy.2022.123486.
8. Numerical analysis of fuel injection configuration on nitrogen oxides formation in a jet engine combustion chamber / D. Cerinski, M. Vujanović, Z. Petranović [et al.] // *Energy Conversion and Management*. – 2020. – Vol. 220. – 112862. – DOI 10.1016/j.enconman.2020.112862.
9. Hannan A. Exhaust gas recirculation as a novel technique for NO<sub>x</sub> emission control / A. Hannan, S.M K. Khan, Md.M. Islam // *Asian J. Con. Sci. Technol.* – 2019. – Vol. 01, № 01. – pp. 9-12. – DOI 10.5281/zenodo.2823109.
10. Environmental and health impacts of air pollution: A review / I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, E. Bezirtzoglou // *Front Public Health*. – 2020. – Vol. 8. – 14. DOI 10.3389/fpubh.2020.00014.
11. Efficiency improvement of the productivity of the motor transport enterprise due to the expense of rational age structure / T. K. Balgabekov, S. Zh. Kabikenov, G. S. Zholdybayeva [et al.] // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. – 2018. – № 8. – pp. 72-79. – DOI: 10.15413/ajer.2017.0317.
12. The impact of changing the fuel dose on chosen parameters of the diesel engine start-up process / J. Caban, P. Drożdźiel, P. Ignaciuk, P. Kordos // *Transport Problems*. – 2019. – Vol. 14, №4. – pp. 51-62. – DOI 10.20858/tp.2019.14.4.5.

13. Potential for future reductions of global GHG and air pollutants from circular waste management systems / A. Gómez-Sanabria, G. Kieseewetter, Z. Klimont [et al.] // *Nature Communications*. – 2022. – Vol. 13 – 106. – DOI 10.1038/s41467-021-27624-7.
14. Reşitoğlu İ.A. The pollutant emissions from diesel-engine vehicles and exhaust aftertreatment systems / İ.A. Reşitoğlu, K. Altinişik, A. Keskin // *Clean Techn Environ Policy*. – 2015. – 17. – pp. 15-27. – DOI 10.1007/s10098-014-0793-9.
15. Emission characteristics and source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from used mineral oil combustion / L. Xu, J. Yu, G. Wan, L. Sun // *Fuel*. – 2021. – Vol. 304. – 121357. – DOI 10.1016/j.fuel.2021.121357.
16. A review of particulate number (PN) emissions from gasoline direct injection (GDI) engines and their control techniques / M. Raza, L. Chen, F. Leach, S. Ding // *Energies*. – 2018. – 11 (6). – 1417. – DOI 10.3390/en11061417.
17. Particle emissions from mobile sources: Discussion of ultrafine particle emissions and definition / D. Kittelson, I. Khalek, J. McDonald [et al.] // *Journal of Aerosol Science*. – 2022. – Vol. 159. – 105881. – DOI 10.1016/j.jaerosci.2021.105881.
18. Reduction in greenhouse gas and other emissions from ship engines: Current trends and future options / P.T. Aakko-Saksa, K. Lehtoranta, N. Kuittinen [et al.] // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2023. – Vol. 94. – 101055. – DOI 10.1016/j.pecs.2022.101055.
19. Stanislaus A. Recent advances in the science and technology of ultra low sulfur diesel (ULSD) production / A. Stanislaus, A. Marafi, M.S. Rana // *Catalysis Today*. – 2010. – Vol. 153, № 1-2. – pp. 1-68. – DOI 10.1016/j.cattod.2010.05.011.
20. An Overview of Vehicular Emission Standards / S. Singh, M.J. Kulshrestha, D.K. Aswal [et al.] // *MAPAN*. – 2023. – 38(1). – pp. 241-263. – DOI 10.1007/s12647-022-00555-4.
21. Models of expert assessments and their study in problems of choice and decision-making in management of motor transport processes / V.P. Belokurov, S.V. Belokurov, R.A. Korablev, A.A. Shtepa // *Journal of Physics: Conference Series, Tomsk*, 17–20.01.2018. – Tomsk, 2018. – 032132. – DOI 10.1088/1742-6596/1015/3/032132.
22. Technology options: Can Chinese power industry reach the CO<sub>2</sub> emission peak before 2030? / Y. Tao, Z. Wen, L. Xu [et al.] // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2019. – Vol. 147. – pp. 85-94. – DOI 10.1016/j.resconrec.2019.04.020.
23. Besma T. CO<sub>2</sub> emissions reduction in road transport sector in Tunisia // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – 69. – pp. 232-238. – DOI 10.1016/j.rser.2016.11.208.
24. Automotive Statistics : [website]. - Moscow, 2022 — URL: <https://www.autostat.ru/news/55373/> (Accessed: December 8, 2023). - Text: electronic.
25. Neugebauer M. Cumulative emissions of CO<sub>2</sub> for electric and combustion cars: A case study on specific models / M. Neugebauer, A. Żebrowski, O. Esmer // *Journals Energies*. – 2022. – Vol. 15 (7). – 2703. – DOI 10.3390/en15072703.

26. **Statistics** : [website]. - Moscow, 2022 – URL: <https://www.statista.com/statistics/1035535/russia-number-of-road-accidents/> (Accessed: December 8, 2023). - Text: electronic.
27. European regulatory framework and particulate matter emissions of gasoline light-duty vehicles: a review / B. Giechaskiel, A. Joshi, L. Ntziachristos, P. Dilara // *Catalysts*. – 2019. – 9 (7). – 586. – DOI 10.3390/catal9070586.
28. Determination of Euro 6 LPG passenger car emission factors through laboratory and on-road tests: Effect on nation-wide emissions assessment for Italy / T. Bellin, S. Casadei, T. Rossi [et al.] // *Atmospheric Environment: X*. – 2022. – Vol. 10. – 100186. – DOI 10.1016/j.aeaoa.2022.100186.
29. Al-Arkawazi S.A.F. Analyzing and predicting the relation between air–fuel ratio (AFR), lambda ( $\lambda$ ) and the exhaust emissions percentages and values of gasoline-fueled vehicles using versatile and portable emissions measurement system tool // *SN Appl. Sci.* – 2019. Vol. 1. – 1370. – DOI 10.1007/s42452-019-1392-5.
30. Palladium, iridium, and rhodium supported catalysts: predictive H<sub>2</sub> chemisorption by statistical cuboctahedron clusters model / F. Drault, C. Comminges, F. Can [et al.] // *Materials*. – 2018. – 11. – 819. – DOI 10.3390/ma11050819.
31. Electrocatalytic activities of platinum and palladium catalysts for enhancement of direct formic acid fuel cells: An updated progress / Z.A.C. Ramli, J. Pasupuleti, T.S.T. Saharuddin [et al.] // *Alexandria Engineering Journal*. – 2023. – Vol. 76. – pp. 701-733. – DOI 10.1016/j.aej.2023.06.069.
32. CeO<sub>2</sub> as a photocatalytic material for CO<sub>2</sub> conversion: A review / D.P.H. Tran, M.-T. Pham, X.-T. Bui [et al.] // *Solar Energy*. – 2022. – Vol. 240. – pp. 443-466. – DOI 10.1016/j.solener.2022.04.051.
33. Heywood J.B. Internal combustion engine fundamentals. 2nd ed. / New York: McGraw-Hill Education. – 2018. – pp. 504-541. – URL: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260116106> (Accessed: December 8, 2023). - Text: electronic.
34. Gas phase sulfation of ceria-zirconia solid solutions for generating highly efficient and SO<sub>2</sub> resistant NH<sub>3</sub>-SCR catalysts for NO removal / W. Tan, J. Wang, L. Li [et al.] // *Journal of Hazardous Materials*. – 2020. – Vol. 388. – 121729. – DOI 10.1016/j.jhazmat.2019.121729.
35. The study of thermal stability of Mn-Zr-Ce, Mn-Ce and Mn-Zr oxide catalysts for CO oxidation / T.N. Afonassenko, D.V. Glyzdova, V.L. Yurpalov [et al.] // *Materials (Basel)*. – 2022. – 15 (21). – 7553. – DOI 10.3390/ma15217553.
36. Thermal stability of zirconia-doped ceria surfaces: A first-principles molecular dynamics study / G. Zhou, W.-T. Geng, W. Xiao [et al.] // *Applied Surface Science*. – 2020. – Vol. 507. – 144942. – DOI 10.1016/j.apsusc.2019.144942.
37. Kumar M.V. Investigation of the combustion of exhaust gas recirculation in diesel engines with a particulate filter and selective catalytic reactor technologies for environmental gas reduction / M.V. Kumar, A.V. Babu, Ch.R. Reddy // *Case Studies in Thermal Engineering*. – 2022. – Vol. 40. – 102557. – DOI 10.1016/j.csite.2022.102557.

## References

1. Lazarev E.A. Peculiarities of gas pressure development depending on the intensity of a burning fuel in the diesel engine cylinder / E.A. Lazarev, M.A. Matculevich, V.E. Lazarev // *Procedia Engineering*. – 2016. – Vol. 150. – pp. 132-137. – DOI 10.1016/j.proeng.2016.06.735.
2. Engine emissions with air pollutants and greenhouse gases and their control technologies / A. Fayyazbakhsh, M.L. Bell, X. Zhu [et al.] // *Journal of Cleaner Production*. – 2022. – Vol. 376. – 134260. – DOI 10.1016/j.jclepro.2022.134260.
3. The role of NO<sub>x</sub> emission reductions in Euro 7/VII vehicle emission standards to reduce adverse health impacts in the EU27 through 2050 / E. Mulholland, J. Miller, Y. Bernard [et al.] // *Transportation Engineering*. – 2022. – Vol. 9. – P. 100133. – DOI 10.1016/j.treng.2022.100133.
4. Eldesouki M.H. A comprehensive overview of carbon dioxide, including emission sources, capture technologies, and the conversion into value-added products / M.H. Eldesouki, A.E. Rashed, A. El-Moneim // *Clean Technologies and Environmental Policy*. – 2023. – Vol. 25. – pp. 3131-3148. – DOI 10.1007/s10098-023-02599-9.
5. Carbon monoxide poisoning: pathogenesis, management, and future directions of therapy / J.J. Rose, L. Wang, Q. Xu [et al.] // *Am J Respir Crit Care Med*. – 2017. – 195(5). – pp. 596-606. – DOI 10.1164/rccm.201606-1275CI.
6. Effects of air pollutants on airway diseases / Y.-G. Lee, P.-H. Lee, S.-M. Choi [et al.] // *Int J Environ Res Public Health*. – 2021. – 18(18). – 9905. – DOI 10.3390/ijerph18189905.
7. Guo Q. On the optimization of the double-layer combustion chamber with and without EGR of a diesel engine / Q. Guo, J. Liu, B. Wu, Y. Liu // *Energy*. – 2022. – Vol. 247. – 123486. – DOI 10.1016/j.energy.2022.123486.
8. Numerical analysis of fuel injection configuration on nitrogen oxides formation in a jet engine combustion chamber / D. Cerinski, M. Vujanović, Z. Petranović [et al.] // *Energy Conversion and Management*. – 2020. – Vol. 220. – 112862. – DOI 10.1016/j.enconman.2020.112862.
9. Hannan A. Exhaust gas recirculation as a novel technique for NO<sub>x</sub> emission control / A. Hannan, S.M K. Khan, Md.M. Islam // *Asian J. Con. Sci. Technol*. – 2019. – Vol. 01, № 01. – pp. 9-12. – DOI 10.5281/zenodo.2823109.
10. Environmental and health impacts of air pollution: A review / I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, E. Bezirtzoglou // *Front Public Health*. – 2020. – Vol. 8. – 14. DOI 10.3389/fpubh.2020.00014.
11. Efficiency improvement of the productivity of the motor transport enterprise due to the expense of rational age structure / T. K. Balgabekov, S. Zh. Kabikenov, G. S. Zholdybayeva [et al.] // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. – 2018. – № 8. – pp. 72-79. – DOI: 10.15413/ajer.2017.0317.
12. The impact of changing the fuel dose on chosen parameters of the diesel engine start-up process / J. Caban, P. Drożdżiel, P. Ignaciuk, P. Kordos // *Transport Problems*. – 2019. – Vol. 14, №4. – pp. 51-62. – DOI 10.20858/tp.2019.14.4.5.

13. Potential for future reductions of global GHG and air pollutants from circular waste management systems / A. Gómez-Sanabria, G. Kieseewetter, Z. Klimont [et al.] // *Nature Communications*. – 2022. – Vol. 13 – 106. – DOI 10.1038/s41467-021-27624-7.
14. Reşitoğlu İ.A. The pollutant emissions from diesel-engine vehicles and exhaust aftertreatment systems / İ.A. Reşitoğlu, K. Altinişik, A. Keskin // *Clean Techn Environ Policy*. – 2015. – 17. – pp. 15-27. – DOI 10.1007/s10098-014-0793-9.
15. Emission characteristics and source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from used mineral oil combustion / L. Xu, J. Yu, G. Wan, L. Sun // *Fuel*. – 2021. – Vol. 304. – 121357. – DOI 10.1016/j.fuel.2021.121357.
16. A review of particulate number (PN) emissions from gasoline direct injection (GDI) engines and their control techniques / M. Raza, L. Chen, F. Leach, S. Ding // *Energies*. – 2018. – 11 (6). – 1417. – DOI 10.3390/en11061417.
17. Particle emissions from mobile sources: Discussion of ultrafine particle emissions and definition / D. Kittelson, I. Khalek, J. McDonald [et al.] // *Journal of Aerosol Science*. – 2022. – Vol. 159. – 105881. – DOI 10.1016/j.jaerosci.2021.105881.
18. Reduction in greenhouse gas and other emissions from ship engines: Current trends and future options / P.T. Aakko-Saksa, K. Lehtoranta, N. Kuittinen [et al.] // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2023. – Vol. 94. – 101055. – DOI 10.1016/j.pecs.2022.101055.
19. Stanislaus A. Recent advances in the science and technology of ultra low sulfur diesel (ULSD) production / A. Stanislaus, A. Marafi, M.S. Rana // *Catalysis Today*. – 2010. – Vol. 153, № 1-2. – pp. 1-68. – DOI 10.1016/j.cattod.2010.05.011.
20. An Overview of Vehicular Emission Standards / S. Singh, M.J. Kulshrestha, D.K. Aswal [et al.] // *MAPAN*. – 2023. – 38(1). – pp. 241-263. – DOI 10.1007/s12647-022-00555-4.
21. Models of expert assessments and their study in problems of choice and decision-making in management of motor transport processes / V.P. Belokurov, S.V. Belokurov, R.A. Korablev, A.A. Shtepa // *Journal of Physics: Conference Series, Tomsk*, 17–20.01.2018. – Tomsk, 2018. – 032132. – DOI 10.1088/1742-6596/1015/3/032132.
22. Technology options: Can Chinese power industry reach the CO<sub>2</sub> emission peak before 2030? / Y. Tao, Z. Wen, L. Xu [et al.] // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2019. – Vol. 147. – pp. 85-94. – DOI 10.1016/j.resconrec.2019.04.020.
23. Besma T. CO<sub>2</sub> emissions reduction in road transport sector in Tunisia // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – 69. – pp. 232-238. – DOI 10.1016/j.rser.2016.11.208.
24. Automotive Statistics : [website]. - Moscow, 2022 — URL: <https://www.autostat.ru/news/55373/> (Accessed: December 8, 2023). - Text: electronic.
25. Neugebauer M. Cumulative emissions of CO<sub>2</sub> for electric and combustion cars: A case study on specific models / M. Neugebauer, A. Żebrowski, O. Esmer // *Journals Energies*. – 2022. – Vol. 15 (7). – 2703. – DOI 10.3390/en15072703.

26. **Statistics** : [website]. - Moscow, 2022 – URL: <https://www.statista.com/statistics/1035535/russia-number-of-road-accidents/> (Accessed: December 8, 2023). - Text: electronic.
27. European regulatory framework and particulate matter emissions of gasoline light-duty vehicles: a review / B. Giechaskiel, A. Joshi, L. Ntziachristos, P. Dilara // *Catalysts*. – 2019. – 9 (7). – 586. – DOI 10.3390/catal9070586.
28. Determination of Euro 6 LPG passenger car emission factors through laboratory and on-road tests: Effect on nation-wide emissions assessment for Italy / T. Bellin, S. Casadei, T. Rossi [et al.] // *Atmospheric Environment: X*. – 2022. – Vol. 10. – 100186. – DOI 10.1016/j.aeaoa.2022.100186.
29. Al-Arkawazi S.A.F. Analyzing and predicting the relation between air–fuel ratio (AFR), lambda ( $\lambda$ ) and the exhaust emissions percentages and values of gasoline-fueled vehicles using versatile and portable emissions measurement system tool // *SN Appl. Sci*. – 2019. Vol. 1. – 1370. – DOI 10.1007/s42452-019-1392-5.
30. Palladium, iridium, and rhodium supported catalysts: predictive H<sub>2</sub> chemisorption by statistical cuboctahedron clusters model / F. Drault, C. Comminges, F. Can [et al.] // *Materials*. – 2018. – 11. – 819. – DOI 10.3390/ma11050819.
31. Electrocatalytic activities of platinum and palladium catalysts for enhancement of direct formic acid fuel cells: An updated progress / Z.A.C. Ramli, J. Pasupuleti, T.S.T. Saharuddin [et al.] // *Alexandria Engineering Journal*. – 2023. – Vol. 76. – pp. 701-733. – DOI 10.1016/j.aej.2023.06.069.
32. CeO<sub>2</sub> as a photocatalytic material for CO<sub>2</sub> conversion: A review / D.P.H. Tran, M.-T. Pham, X.-T. Bui [et al.] // *Solar Energy*. – 2022. – Vol. 240. – pp. 443-466. – DOI 10.1016/j.solener.2022.04.051.
33. Heywood J.B. Internal combustion engine fundamentals. 2nd ed. / New York: McGraw-Hill Education. – 2018. – pp. 504-541. – URL: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260116106> (Accessed: December 8, 2023). - Text: electronic.
34. Gas phase sulfation of ceria-zirconia solid solutions for generating highly efficient and SO<sub>2</sub> resistant NH<sub>3</sub>-SCR catalysts for NO removal / W. Tan, J. Wang, L. Li [et al.] // *Journal of Hazardous Materials*. – 2020. – Vol. 388. – 121729. – DOI 10.1016/j.jhazmat.2019.121729.
35. The study of thermal stability of Mn-Zr-Ce, Mn-Ce and Mn-Zr oxide catalysts for CO oxidation / T.N. Afonassenko, D.V. Glyzdova, V.L. Yurpalov [et al.] // *Materials (Basel)*. – 2022. – 15 (21). – 7553. – DOI 10.3390/ma15217553.
36. Thermal stability of zirconia-doped ceria surfaces: A first-principles molecular dynamics study / G. Zhou, W.-T. Geng, W. Xiao [et al.] // *Applied Surface Science*. – 2020. – Vol. 507. – 144942. – DOI 10.1016/j.apsusc.2019.144942.
37. Kumar M.V. Investigation of the combustion of exhaust gas recirculation in diesel engines with a particulate filter and selective catalytic reactor technologies for environmental gas reduction / M.V. Kumar, A.V. Babu, Ch.R. Reddy // *Case Studies in Thermal Engineering*. – 2022. – Vol. 40. – 102557. – DOI 10.1016/j.csite.2022.102557.

## УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

**А.В. Стасюк, И.В. Кузнецов, В.В. Стасюк, Э.А. Черников, В.В. Разгоняева,  
С.В. Внукова**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены вопросы связанные с изменением углеродного следа при замене энергетической установки автомобиля с двигателя внутреннего сгорания на электродвигатель.

**Ключевые слова:** электромобиль, энергетика, углеродный след, парниковые газы, загрязнение атмосферы.

## THE CARBON FOOTPRINT OF AN ELECTRIC VEHICLE

**A.V. Stasyuk, I.V. Kuznetsov, V.V. Stasyuk, E.A. Chernikov, V.V. Razgonyayeva,  
S.V. Vnukova**

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** This article discusses issues related to changing the carbon footprint when replacing a car's power plant from an internal combustion engine to an electric motor.

**Keywords:** electric vehicle, energy, carbon footprint, greenhouse gases, atmospheric pollution.

По данным многих ученых [1, 2], главным источником загрязнения атмосферы в мире является автотранспорт с двигателями внутреннего сгорания. До шестидесяти процентов всех вредных выбросов приходится на автомобильный транспорт, семнадцать процентов на промышленные предприятия, четырнадцать процентов на энергетические предприятия [1, 2, 3] (рис. 1).

Если же смотреть на углеродный след (общее количество всех выбросов углекислого газа и метана, выделяемое отдельным человеком,



организацией, продуктом и т. д.) от различных отраслей деятельности человека, то распределение значительно изменится. Главным источником парниковых газов, в частности углекислого газа являются предприятия энергетической отрасли (производители тепловой и электрической энергии), эти предприятия в основной массе получают энергию путем сжигания ископаемых углеводородов (уголь, газ, нефть) их доля в производстве парниковых газов составляет тридцать шесть процентов. Транспорт же обеспечивает лишь семнадцать процентов парниковых газов, за счет сжигания топлива. Промышленные предприятия производят тринадцать процентов и остальное тридцать четыре процента. К остальному относятся такие отрасли как строительство, прокладка и обслуживание дорог, сельское хозяйство и многое другое (рис. 1).

Высокий показатель тридцать четыре процента парниковых газов из разряда остальных отраслей обеспечивается в основном сельским хозяйством, парниковым газом в данном случае является метан [4].

Если рассмотреть сравнительную диаграмму загрязнения атмосферы вредными веществами и углеродного следа различных отраслей деятельности человека (рис.1) можно сделать вывод что автотранспорт является значительным загрязнителем атмосферы вредными веществами, в то же время по углеродному следу находится на третьем месте (семнадцать процентов) и влияние на глобальное потепление достаточно умеренное по сравнению с другими отраслями человеческой деятельности.

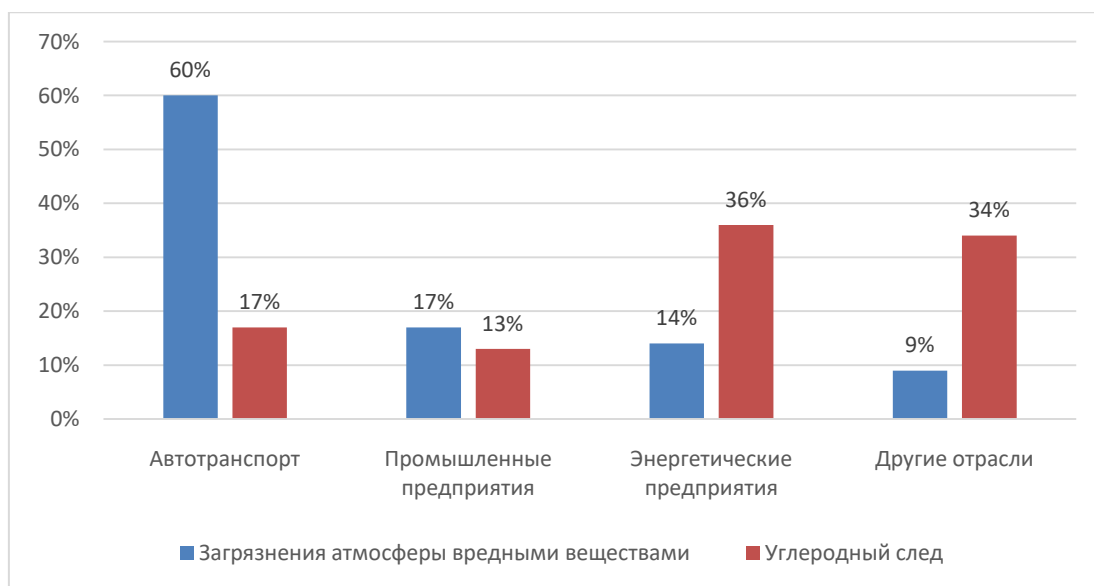


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма загрязнения атмосферы вредными веществами и углеродного следа различных отраслей деятельности человека

В настоящее время мировой автопром под давлением постоянно ужесточающихся экологических норм плавно переходит на применение электродвигателей в качестве силовой установки автомобилей. Так, например, в 2022 году в Евросоюзе принято решение отказаться от двигателя внутреннего сгорания в энергетической установке автомобилей, в том числе и в составе гибридной версии автомобилей с 2035 года. То есть с 2035 года нельзя будет поставить на учет любой автомобиль с двигателем внутреннего сгорания на территории Евросоюза. Производство и продажа автомобилей с двигателями внутреннего сгорания будет запрещена с 2030 года в таких странах как Индия, Китай, Израиль, США (некоторые штаты) [5].

Российская Федерация пока не присоединяется к подобным мерам, более того в 2022 году отечественный автопром выпускал некоторые модели автомобилей с нормами выбросов Евро 0.

Декарбонизация автомобилей началась довольно давно, поэтому количество автомобилей с электродвигателем уже довольно значительно и увеличивается. Так, в Китае количество автомобилей с электродвигателем в 2022 году составило 11,5 миллионов, что составило около 3.5 % всего автопарка, в США 0,9%, в Евросоюзе 3.2 %, в России их доля 0,04 % [6, 7].

При изготовлении электромобиля углеродный след производства значительно больше, чем при изготовлении аналогичного автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. В основном увеличение связано с дополнительными затратами на изготовление аккумуляторной батареи высокой мощности.

В дальнейшем при эксплуатации углеродные следы автомобиля с двигателем внутреннего сгорания и автомобиля с электродвигателем сравниваются при пробеге 30-50 тысяч километров. При дальнейшем пробеге электромобиль становится более экологичным чем автомобиль с двигателем внутреннего сгорания [8].

Однако все выше перечисленное справедливо если электромобиль использует при зарядке энергию, полученную из так называемых экологически чистых источников, к которым можно отнести в большей или меньшей степени следующие виды электростанций в порядке их экологичности: приливно-отливные

электростанции, геотермальные электростанции, солнечные электростанции, ветряные электростанции, гидро электростанции, атомные электростанции.

Процент подобных электростанций в балансе энергосистемы стран довольно невелик и составляет 5-15 %. Например, в Китае это 5 %, в США 4 %, в Канаде 12 % и только в Норвегии и Исландии этот показатель довольно высок и составляет 40 % и 92 % соответственно [9].

Таким образом замена парка автомобилей с двигателем внутреннего сгорания на автомобили с электрическим двигателем вполне оправдано для улучшения экологической ситуации в городах, так как основная нагрузка, связанная с выхлопом автомобиля, переносится на производителя электроэнергии, производственные мощности которого обычно находятся вне пределов городов. Уменьшение углеродного следа электромобиля по сравнению с автомобилем с двигателем внутреннего сгорания не так велико, так как большинство электроэнергии производится путем сгорания ископаемого топлива (уголь, нефтепродукты, газ), КПД их довольно высок и составляет до 70 %, что в два раза эффективней автомобильного двигателя внутреннего сгорания, но потери при транспортировке в электросетях составляют до 15 % и потери при зарядке аккумулятора около 10 %, практически нивелирует все преимущества [10].

#### Список литературы

1. Экологические проблемы воздействия автомобильного транспорта на состояние окружающей среды / В. А. Зеликов, С. В. Писарева, И. В. Кузнецов [и др.] // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России : Сборник статей XX Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лушкина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 57-61. – EDN UUMPHE.

2. О развитии городской транспортной системы / Н. В. Зеликова, В. А. Зеликов, Ю. В. Струков [и др.] // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте : Сборник статей VI Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием, Пенза, 19–20 марта 2020 года / Под общей редакцией В.В. Салмина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 46-48. – EDN FRLCWB.

3. Росприроднадзор составил топ-10 главных российских городов-загрязнителей. – Режим доступа: <https://www.fontanka.ru/2021/10/08/>

70183163/#:~:text=Первое%20место%20занял%20Норильск%2С%20далее,128%20до%201875%20тысяч%20тонн (дата обращения: 14.12.2023).

4. «У нас осталось ноль лет». Эксперты ООН считают, что глобальное потепление не остановить. – Режим доступа: <https://medialeaks.ru/0908gvn-earth-is-warming/> (дата обращения: 14.12.2023).

5. «Дороги назад нет». Как Европа решила заглушить бензиновые двигатели. – Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/6360d5939a7947421cad8d4?ysclid=lq55i0sfsn892168314> (дата обращения: 14.12.2023).

6. Общее количество автомобилей в Китае превысило отметку в 400 млн. – Режим доступа: <https://repost.uz/avto/ochen-mnogo-tachek> (дата обращения: 14.12.2023).

7. В России насчитывается 43,47 млн легковых автомобилей. – Режим доступа: <https://auto.rambler.ru/news/50120991-v-rossii-naschityvaetsya-43-47-mln-legkovyh-avtomobiley/> (дата обращения: 14.12.2023).

8. В Volvo подсчитали, насколько производство электрокаров «грязнее», чем машин с ДВС. – Режим доступа: [https://auto.ru/mag/article/v-volvo-podschitali-naskolko-proizvodstvo-elektrokarov-gryaznee-chem-mashin-s-dvs/?utm\\_referrer=yandex.ru](https://auto.ru/mag/article/v-volvo-podschitali-naskolko-proizvodstvo-elektrokarov-gryaznee-chem-mashin-s-dvs/?utm_referrer=yandex.ru) (дата обращения: 14.12.2023).

9. Страны-лидеры по технологичным возобновляемым источникам энергии. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Y6TGdA2PQUm1RIWn> (дата обращения: 14.12.2023).

10. В каких диапазонах варьируется КПД производства электроэнергии на различных ТЭС? – Режим доступа <https://lektsia.com/3x72d8.html> (дата обращения: 14.12.2023).

## References

1. Ecological problems of the impact of road transport on the environment / V. A. Zelikov, S. V. Pisareva, I. V. Kuznetsov [et al.] // Natural resource potential, ecology and sustainable development of the regions of Russia : Collection of articles of the XX International Scientific and practical Conference, Penza, January 20-21, 2022 / Edited by V.A. Seleznev, I.A. Lushkin. – Penza: Penza State Agrarian University, 2022. – pp. 57-61. – EDN UUMPHE.

2. On the development of the urban transport system / N. V. Zelikova, V. A. Zelikov, Yu. V. Strukov [et al.] // Innovations of technical solutions in mechanical engineering and transport : Collection of articles of the VI All-Russian Scientific and Technical Conference for young scientists and students with international participation, Penza, March 19-20, 2020 / Under the general editorship of V.V. Salmin. – Penza: Penza State Agrarian University, 2020. – pp. 46-48. – EDN FRLCWB.

3. Rosprirodnadzor has compiled the top 10 main Russian polluting cities. – Access mode: <https://www.fontanka.ru/2021/10/08/70183163/#:~:text=Первое%20место%20занял%20Норильск%2С%20далее,128%20до%201875%20тысяч%20тонн> (date of application: 14.12.2023).

4. "We have zero years left." UN experts believe that global warming cannot be stopped. – Access mode: <https://medialeaks.ru/0908gvn-earth-is-warming/> (date of request: 12/14/2023).

5. "There is no turning back." How Europe decided to shut down gasoline engines. – Access mode: <https://www.autonews.ru/news/6360d5939a7947421cad8d4?ysclid=lq55i0sfsn892168314> (date of request: 14.12.2023).
6. The total number of cars in China has exceeded 400 million. – Access mode: <https://repost.uz/avto/ochen-mnogo-tachek> (date of application: 12/14/2023).
7. There are 43.47 million passenger cars in Russia. – Access mode: <https://auto.rambler.ru/news/50120991-v-rossii-naschityvaetsya-43-47-mln-legkovyh-avtomobiley/> (date of request: 12/14/2023).
8. Volvo calculated how much the production of electric cars is "dirtier" than cars with internal combustion engines. – Access mode: [https://auto.ru/mag/article/v-volvo-podschitali-naskolko-proizvodstvo-elektrokarov-gryaznee-chem-mashin-s-dvs/?utm\\_referrer=yandex.ru](https://auto.ru/mag/article/v-volvo-podschitali-naskolko-proizvodstvo-elektrokarov-gryaznee-chem-mashin-s-dvs/?utm_referrer=yandex.ru) (date of application: 14.12.2023).
9. The leading countries in technological renewable energy sources. – Access mode: <https://dzen.ru/a/Y6TGdA2PQUm1RIWn> (date of application: 12/14/2023).
10. In what ranges does the efficiency of electricity production at various thermal power plants vary? – Access mode: <https://lektsia.com/3x72d8.html> (date of application: 14.12.2023).

## К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Н.Н. Паринов, М.А. Алехин, Д.В. Лихачев

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В статье рассматривается вопрос использования средств индивидуальной мобильности, в частности электросамокатов, в крупных городах, их влияние на безопасность других участников городского движения.

**Ключевые слова:** средства индивидуальной мобильности, электросамокат, аварийность

## ON THE ISSUE OF USE OF INDIVIDUAL MOBILITY IN LARGE CITIES

N.N. Parinov, M.A. Alekhin, D.V. Likhachev

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G. F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** The article examines the issue of using personal mobility devices, in particular electric scooters, in large cities, and their impact on the safety of other participants in urban traffic.

**Keywords:** personal mobility devices, electric scooter, accident rate

В настоящее время, в современных крупных городах наблюдается растущая проблема средств индивидуальной мобильности (СИМ), таких как автомобили, мотоциклы и электросакутеры. Это вызывает серьезные проблемы с транспортной инфраструктурой, загрязнением окружающей среды, заторами, и, соответственно, плохой экологической ситуацией. В связи с этим, возникает вопрос о целесообразности введения запретов на использование СИМ в крупных городах.

Одной из причин, которые подталкивают к введению ограничений на использование средств индивидуальной мобильности (СИМ), заключается в

неотложной необходимости охраны окружающей среды. Автомобили и другие СИМ являются источниками выбросов вредных веществ в атмосферу, что приводит к проблемам с качеством воздуха и вызывает обеспокоенность в связи с изменениями климата. Ограничение использования транспорта с внутренним сгоранием и переход на более экологичные альтернативы, такие как общественный транспорт, велосипеды или пешеходные прогулки, может быть рассмотрено как шаг к улучшению состояния окружающей среды.

Другой мотивацией для введения запретов может служить желание снизить транспортные заторы и улучшить общее движение. Использование транспорта с внутренним сгоранием в городской среде приводит к перегруженным дорогам, образованию заторов и ухудшению доступности дорожной инфраструктуры. Запрет на использование средств индивидуальной мобильности может стимулировать переосмысление решения этих проблем и способствовать развитию более эффективных и экологически чистых транспортных альтернатив.

Следует отметить, что перед введением подобных ограничений важно учитывать различные аспекты, такие как социальная доступность, экономические последствия, наличие альтернативных вариантов транспорта и мнение жителей городов. Эффективная реализация таких мер требует комплексного подхода, который учитывает интересы всех заинтересованных сторон.

Внедрение любых ограничений в любом виде деятельности человека, в том числе и в передвижение по городу является сложной задачей, которая требует учитывать различные факторы, например, такие как экономические и экологические, транспортные и социальные. Развитие городской среды возможно не только наложением запретов, но развитием существующих видов транспорта.

На фоне быстрого развития технологий в сфере транспорта и мобильности, электросамокаты стали популярным средством индивидуальной передвижения в городской среде, можно сказать, что электросамокат стал синонимом СИМ. Несмотря на их популярность, возникает необходимость в научном анализе возможности запрета электросамокатов в городах в целях обеспечения общественной безопасности и устойчивости городской инфраструктуры.

Число дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в которых участвуют СИМ, в России стремительно увеличивается. По данным Министерства внутренних дел, за первые девять месяцев 2023 года зарегистрировано более 2,6 тыс. случаев, что втрое превышает аналогичный период предыдущего года. Согласно информации, представленной Научным центром безопасности дорожного движения (НЦ БДД) МВД, за тот же период в России отмечено увеличение числа ДТП на 215%, что составляет 2,64 тыс. случаев. Количество погибших увеличилось на 63,2%, достигнув 31 человека, в то время как число пострадавших увеличилось на 213% и составило 2,72 тыс. человек, включая 919 детей в возрасте до 16 лет.

Статистика также указывает, что 26 % происшествий произошли на тротуарах, пешеходных дорожках и пешеходных зонах, а еще 22,8 % — на регулируемых пешеходных переходах. Эти данные подчеркивают не только увеличивающуюся опасность на дорогах, но и высокий риск происшествий в зонах, предназначенных для безопасного передвижения пешеходов.

Как видим, с развитием электросамокатов возросло количество инцидентов и аварий, связанных с их использованием в повседневной жизни. Этот феномен приводит к необходимости внимательного рассмотрения вопроса о возможном запрете электросамокатов в городах и выработке научно обоснованных организационно-технических решений в пользу запретительных мер.

Рост количества ДТП с участием СИМ можно связать не только с неопытностью пользователей, но и отсутствием четких правил и регулирований в области использования электросамокатов на улично дорожной сети городов. У явных сторонников запрета СИМ основным аргументом в пользу запрета является растущее количество травм и несчастных случаев, связанных с их использованием. Пешеходы также сталкиваются с риском, поскольку велосипедные дорожки и тротуары становятся местом частых столкновений. Электросамокаты могут оказать негативное воздействие на городскую инфраструктуру, так как их массовое использование может привести к износу дорог, тротуаров и велосипедных дорожек. Это создает дополнительные расходы на ремонт и обслуживание, что может негативно сказаться на бюджете города. Вопреки своей экологичности, электросамокаты также вносят свой вклад в увеличение потребления



электроэнергии, что может привести к дополнительной нагрузке на системы электроснабжения городов.

Рост количества ДТП, связанных с использованием СИМ, вызывает озабоченности как и у властей европейских стран так и в РФ. С 1 марта 2023 года вступили в силу поправки к Правилам дорожного движения, в соответствии с которыми пользователи СИМ запрещены превышать скорость более 25 км/ч, въезжать в зоны, обозначенные специальными знаками, а также перемещаться по автомагистралям и другим ограниченным территориям. По словам представителей Министерства Транспорта РФ, мер, которые в данный момент реализованы для обеспечения безопасности движения при использовании СИМ, недостаточно. Министерство анонсировало разработку и внедрение нового комплекса мер, который впоследствии был включен в правительственную «дорожную карту» на период с 2023 по 2025 годы.

Как уже говорилось выше, вопрос запрета такого вида СИМ, как электросамокат, может вызвать негативные последствия для части людей, использующих данный вид СИМ как основной вид передвижения по дорогам городов, что, соответственно, вызовет разработку альтернативных СИМ. Исходя из этого можно сказать, что запрет электросамокатов как СИМ в крупных городах требует серьезных обсуждений и разработки правового статуса использования данного вида СИМ. И с нашей точки зрения, запрет можно рассмотреть только как временную меру, так как для многих людей индивидуальная мобильность представляет важный аспект повседневной жизни, особенно для людей с ограниченными физическими возможностями или тех, кто проживает в отдаленных районах. Поэтому при рассмотрении вопроса о запретах необходимо уделить внимание возможным социальным последствиям и найти способы обеспечить удобные и доступные альтернативы для всех групп населения.

#### Список литературы

1. Белокуров, С. В. Оптимизация многоцелевых транспортных задач при использовании алгоритма анализа и отсева на итерациях поиска решений / С. В. Белокуров, В. П. Белокуров // Транспорт: наука, техника, управление. –Москва : ВИНТИ РАН, 2009. – № 6. – С. 2-4.

2. «Умные» среды, «умные» системы, «умные» производства: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации» / колл. авторов ; Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад». – 2020. – Вып. 4. – 62 с. (Серия докладов в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации»).

#### References

1. Belokurov S. V., Belokurov V. P. Optimization of multipurpose transport tasks using the algorithm of analysis and screening on iterations of solution search // Transport: Science, Technology, Management. - Moscow: VINITI RAS, 2009. – N° 6. – 2009. – P. 2-4.

2. "Smart" environments, "smart" systems, "smart" production: a series of reports (green books) within the framework of the project "Industrial and Technological Foresight of the Russian Federation" / Collective of authors ; Foundation "Center for Strategic Research "North-West". 2020, Vol. 4. 62 p. (Series of reports within the framework of the project "Industrial and Technological Foresight of the Russian Federation").

**АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ И ОРГАНОВ МЕСТНОГО  
САМОУПРАВЛЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
РЕГИОНАЛЬНОЙ И ГОРОДСКОЙ АГГЛОМЕРАЦИЙ ВОРОНЕЖА**

**А.А. Штепа, Е.А. Яковлева, Ю.Н. Попова**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные аспекты организационной деятельности органов власти в области организации дорожного движения.

**Ключевые слова:** государственная власть, закон, управление.

**ASPECTS OF ORGANISATIONAL ACTIVITIES OF PUBLIC AUTHORITIES  
AND LOCAL SELF-GOVERNMENT BODIES IN ROAD TRAFFIC  
MANAGEMENT IN THE REGIONAL AND URBAN AGGLOMERATIONS  
OF VORONEZH**

**A.A. Shtepa, E.A. Yakovleva, Y.N. Popova**

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** The article considers the main aspects of organizational activities of the authorities in the field of road traffic management.

**Keywords:** state power, law, governance.

Организационная деятельность органов государственной власти и органов местного самоуправления региональной и городской агломераций Воронежа по организации дорожного движения (далее – ОДД) регламентируется положениями Федерального закона №443-ФЗ от 29.12.2017 «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – ФЗ №443). [1] В данном федеральном законе определены основные принципы ОДД в Российской Федерации, которые заключаются в соблюдении интересов граждан, общества и государства при

осуществлении ОДД, обеспечении социального и экономического развития территорий страны, в приоритете безопасности дорожного движения (далее – БДД) по отношению к потерям времени при движении транспортных средств (или пешеходов), в приоритете развития общественного транспорта, в создании условий для движения пешеходов и велосипедистов, в достоверности информации о мероприятиях по ОДД, своевременность ее публичного распространения, а также обеспечении экологической безопасности. [2]

Полномочия органов государственной власти субъектов страны и органов местного самоуправления в области ОДД изложены в статьях 6 и 7 ФЗ №443 соответственно. Закон определяет следующие полномочия субъекта Российской Федерации в области ОДД, которые заключаются в разработке и реализации региональной политики в области ОДД на территориях субъектов Российской Федерации, организации и мониторинге дорожного движения на автомобильных дорогах, установке (или замене, демонтаже и содержании) технических средств ОДД на автомобильных дорогах, ведении реестра парковочного пространства, осуществлении государственного контроля в сфере ОДД, утверждении нормативов финансовых затрат бюджетов на выполнение работ и оказание услуг по реализации мероприятий по ОДД, определении методики расчета размера платы за пользование парковочным пространством.

Полномочия органов местного самоуправления в области ОДД ограничены имущественной принадлежностью дорог и распространяются на дороги местного значения, так частью 1 статьи 7 ФЗ №443 определен следующий их перечень, которые заключаются в организации и мониторинге дорожного движения, ведении реестра парковок общего пользования на автомобильных дорогах общего пользования местного значения, установки (или замене, демонтаже и содержании (технических средств ОДД).

Согласно частей 1 и 3 статьи 11 ФЗ №443 органы исполнительной власти, органы местного самоуправления, уполномоченные в области ОДД, обязаны принимать меры по обеспечению эффективности ОДД посредством реализации мероприятий, включающих в себя управление распределением транспортных средств на дорогах, повышение пропускной способности дорог, оптимизацию

циклов светофорного регулирования, координация работы светофорных объектов, развитие транспортной инфраструктуры, введение приоритета в движении общественного транспорта, развитие парковочного пространства, введение временных ограничения или прекращения движения транспортных средств.

Согласно части 5 статьи 9 ФЗ №443 «Разработка мероприятий по организации дорожного движения осуществляется на основании документации по ОДД, изданных в соответствии с ним нормативных правовых актов, в состав которых включены документы по ОДД, в частности комплексные схемы организации дорожного движения и проекты организации дорожного движения.

На территории городской агломерации Воронежа имеются проекты ОДД для участков улично-дорожной сети (далее – УДС) городской агломерации, характеризующие их технико-эксплуатационные параметры. В Воронеже разработаны комплексные схемы ОДД на ближайшую перспективу. Разработка комплексных схем ОДД позволяет повысить эффективность работы УДС за счет повышения эффективности ОДД путем разработки актуальных мероприятий по повышению эффективности транспортной инфраструктуры.

На территории городской агломерации Воронежа организациями, уполномоченными в области ОДД являются Управление дорожного хозяйства, Управление транспорта, Муниципальное бюджетное учреждение городского округа город Воронеж «Центр организации дорожного движения», Муниципальное казенное предприятие городского округа город Воронеж Муниципальная транспортная компания «Воронежпассажиртранс» и Муниципальное бюджетное учреждение городского округа город Воронеж «Единый оператор городских пассажирских перевозок». Данные структурные подразделения созданы в целях удовлетворения общественных потребностей в результатах его деятельности, предоставления услуг по транспортному обслуживанию населения городской агломерации.

Организации, также уполномоченные в области ОДД агломерации Воронежа – Нововоронеж и муниципальные районы – Семилукский, Новоусманский, Каширский, Рамонский, Хохольский и Верхнехавский.

На территории Нововоронежа и на территории муниципальных образований организациями, уполномоченными в области ОДД являются: Администрация городского округа город Нововоронеж, Отдел ЖКХ, энергетики и дорожного хозяйства администрации Семилукского муниципального района, Отдел по строительству, ЖКХ, транспорту и дорожной деятельности Новоусманского муниципального района, Отдел архитектуры, строительства, транспорта, связи и ЖКХ Каширского муниципального района, Отдел муниципального хозяйства, промышленности и дорожной деятельности Рамонского муниципального района, Отдел по строительству, архитектуре, транспорту и ЖКХ Хохольского муниципального района, Отдел по строительству, архитектуре и ЖКХ администрации Верхнехавского муниципального района.

Что касается управление дорогами регионального и федерального значения, то их функционирование осуществляется органами субъекта и федеральными органами страны соответственно.

Важную роль в регламентации общественных отношений в области ОДД отводится Федеральному закону от 10 декабря 1995 года №196-ФЗ «О безопасности дорожного движения», который определяет понятие «организация дорожного движения» как комплекс организационно-правовых, организационно-технических мероприятий и распорядительных действий по управлению движением на дорогах. При всех своих положительных сторонах данный законодательный акт не регулирует всего круга вопросов, связанных с ОДД в предложенном толковании, а ограничивается вопросами обеспечения безопасности дорожного движения без установления целевых ориентиров этой деятельности. [3]

Стоит отметить, что характеристикой деятельности органов местного самоуправления в области транспортной инфраструктуры являются ее показатели. Так протяженность автомобильных дорог городской агломерации составляет – порядка 1600 км, с твердым покрытием – в районе 1100 км, из них с усовершенствованным – около 1000 км. [4]

Доля протяженности автомобильных дорог общего пользования местного значения городской агломерации Воронежа, соответствующих нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационным показателям, составляет 53,2%.

Значительная часть автомобильных дорог имеет высокую степень износа. В течение длительного периода темпы износа автомобильных дорог городской агломерации Воронежа были выше темпов их восстановления и развития, что обусловлено увеличением парка автотранспортных средств и ростом интенсивности движения.

Анализируя основные аспекты организационной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления по организации дорожного движения региональной и городской агломераций Воронежа можно сделать выводы, что органы местного самоуправления Воронежа обладают полномочиями по ОДД на дорогах местного значения и существующая система управления транспортной инфраструктурой позволяет реализовать их в полной мере, дороги федерального и регионального значения находятся в ведомстве органов государственной власти страны и области, что ограничивает деятельность органов местного самоуправления города в их отношении, без передачи соответствующих полномочий, органам местного самоуправления города необходимо проводить мероприятия по содержанию существующей УДС в нормативном состоянии. Фактическая реализация запланированных мер по организации дорожного движения, позволит повысить уровень доступности транспортной инфраструктуры и удовлетворенности населения [2, 5].

#### Список литературы

1. Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменения в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ ред. от 15.04.2019 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

2. Гончар, М. П. Роль и эффективность комплексной схемы организации дорожного движения при введении в существующую организацию дорожного движения / М. П. Гончар // Молодой ученый. – 2020. – № 22(312). – С. 583-585.

2. Об утверждении Правил подготовки документации по организации дорожного движения : Приказ Минтранса России от 26.12.2018 № 480 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

4. Штепа, А. А. Актуализация вопросов транспортной системы Воронежа / А. А. Штепа // Перспективы развития и основные вопросы в науке : Материалы Национальной научно-практической конференции, Воронеж, 15 марта 2023 года / Отв. редактор В.А. Зеликов. – Воронеж, 2023. – С. 42-47.

5. Штепа, А. А. Транспортная и социально-экономическая характеристика городской агломерации Воронежа / А. А. Штепа // Актуальные вопросы и перспективы развития современной науки : Материалы Национальной научно-

практической конференции, Воронеж, 15 марта 2022 года / Отв. редактор В.А. Зеликов. – Воронеж, 2022. – С. 76-83.

#### References

1. On the organization of road traffic in the Russian Federation and on amending certain legislative acts of the Russian Federation : Feder. law from 29.12.2017 № 443-FL ed. from 15.04.2019 // Reference legal system «ConsultantPlus». – Mode of access: <http://www.consultant.ru>.

2. Gonchar, M. P. The role and effectiveness of the complex scheme of traffic management when introduced into the existing traffic organization / M. P. Gonchar // Young scientist. – 2020. – № 22(312). – P. 583-585.

2. On approval of the Rules for the preparation of documentation on the organization of road traffic : Order of the Ministry of Transport of Russia from 26.12.2018 № 480 // Reference legal system «ConsultantPlus». – Mode of access: <http://www.consultant.ru>.

4. Shtepa, A. A. Actualisation of the issues of the transport system of Voronezh / A. A. Shtepa // Prospects of development and major issues in science : Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Voronezh, 15 March 2023 / Editor-in-Chief V.A. Zelikov. – Voronezh, 2023. – P. 42-47.

5. Shtepa, A. A. Transport and socio-economic characteristics of the urban agglomeration of Voronezh / A. A. Shtepa // Actual issues and prospects of development of modern science : Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Voronezh, 15 March 2022 / Editor-in-Chief V. A. Zelikov. – Voronezh, 2022. – P. 76-83.



## FORECAST ANALYSIS OF TRANSPORT DEMAND FOR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT, ROAD NETWORK DEVELOPMENT AND ROAD SAFETY IN VORONEZH

A.A. Shtepa, E.A. Maklakova, E.A. Yakovleva

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** The article considers the main forecast indicators of urban, economic and social development. The forecast indicators of transport demand, development of road and road network, organization and safety of road transport, as well as the negative impact of transport and its infrastructure on the environment are briefly presented.

**Keywords:** analysis, safety, forecast, indicators, transportation.

## ПРОГНОЗНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА ДЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ, РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОЙ СЕТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ВОРОНЕЖЕ

А.А. Штепа, Е.А. Маклакова, Е.А. Яковлева

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные прогнозные показатели городского, экономического и социального развития. Кратко представлены прогнозные показатели спроса на транспорт, развития автомобильных дорог и дорожной сети, организации и безопасности автомобильного транспорта, а также негативного воздействия транспорта и его инфраструктуры на окружающую среду.

**Ключевые слова:** анализ, безопасность, прогноз, показатели, транспорт.

Transport demand forecasting is an important tool for planning and optimizing the transport system. It can be used to determine future demand for transport services and to identify the need for additional vehicles, routes or infrastructure changes.

– predictive analysis can be based on a variety of techniques, including statistical models (e.g. ARIMA, SARIMA, Holt-Winters and others), machine learning (e.g. neural networks, decision trees, random forest, etc.), expert judgement and historical data.

- the key steps in predictive travel demand analysis include
- data collection and processing: collecting data on current transport demand and its structure, as well as historical data on demand dynamics.
- predictive model building: selecting and building an appropriate predictive model based on available data and expert judgement.
- model validation: assessing the accuracy and reliability of the forecasting model using various validation methods such as cross-validation, hold-out and others.
- extrapolation of results: using the model to forecast future transport demand under different scenarios and assumptions.

Forecasting the indicators of urban planning, economic and social development, indicators of transport demand, development of the road and road network, organisation and safety of road transport, as well as the negative impact of transport and its infrastructure on the environment, it is necessary to individualise each indicator based not only on the analysis of the current state of the transport system of Voronezh, but also on the indicators of transport work of previous years. [1, 6, 7]

Urban development is assessed by such indicators as density of construction, number of storeys of buildings, presence and condition of green areas, transport accessibility, level of landscaping. Economic development is determined by the volume of production, the level of employment, the income of the population, the attractiveness of investment. Social development is characterised by the level of education, health care, culture and quality of life of the population.

Indicators of transport demand may include the number of cars, motorcycles, buses, taxis and other modes of transport on the roads, and the volume of freight and passenger traffic. Road and road network development is assessed by road length, road network density, availability of interchanges, bridges, tunnels and other infrastructure. Traffic organisation includes analysis of traffic lights, traffic management at junctions, availability of pedestrian crossings and road safety is assessed by the number of accidents, deaths and injuries on the roads.

One of the indicators of the negative impact of transport on the environment is the emission of pollutants into the atmosphere, such as carbon dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons and particulate matter. Noise pollution, waste generation and water pollution are also taken into account.

According to the plan for the development of the Voronezh conurbation, the permanent population is expected to grow to 1300000 people, which is 17,6% higher than the current figure, and the number of employees to 600000 people, which is 17% higher than the current figure. [5]

According to the grid of settlement areas grouped into conditional transport zones, the forecast values of the population settlement indicators, the location of the population gravity points, the presence of gravity points for the agglomeration as a whole and the average settlement radii are determined.

The calculation and analysis of population distribution in an urban agglomeration includes the study of population density, the distribution of population across the agglomeration, and the study of the relationship between population density and the location of various facilities (such as shopping centres, parks, schools, hospitals, etc.). Spatial analysis may involve the use of various methods such as cartographic analysis, statistical analysis, modelling and others. The purpose of such analyses is to determine the optimal locations for new infrastructure, businesses, residential areas and other facilities to provide convenience and comfort to the residents of the agglomeration. Calculations and analyses have shown that: [5]

- the average settlement radius of the population in relation to the city centre will increase slightly due to the development of peripheral areas and will be about 6,8 km, which is 10% higher than the existing value of 6,2 km. The settlement radius of workers will be in the order of 5,8 km, which is 5% less than the existing 6,1 km. However, the urban activity zone is concentrated in the central, middle and partly peripheral areas of the agglomeration, not exceeding about 6,8 km<sup>2</sup>. This is where 92% of the population and 94% of the places where the workforce is concentrated will be.

- with equal population growth in all zones of the city, the largest part of Voronezh's population – 84% of the total population – will live in the periphery – 52% (about 640600 people) and in the centre – 32% (about 398400 people) of the city. About 8% will live in the most remote areas.

- the majority of jobs – 78% of the total number of employees, as at present - will be located in the central – 37% and peripheral – 41% zones of the city, 15% of the centres of gravity will be located in the centre and about 7% – in the remote periphery.

The distribution of population and number of jobs by estimated transport areas and ring transport areas is presented in Table 1.

Table 1 – Forecast indicators of the Voronezh agglomeration

Indicators	Existing situation
Population, total, thousand people:	
Including by zones	1233,6 / 100%
– central	90,8 / 7%
– middle	398,4 / 32%
– peripheral	640,6 / 52%
– remote periphery	103,8 / 9%
Number of employees, total, thousand people:	
Including by zones	576,5 / 100%
– central	88,8 / 16%
– middle	213,0 / 37%
– peripheral	237,4 / 41%
– remote periphery	37,3 / 6%
Radius of population settlement relative to the city centre, km	6,8
Radius of gravity points location relative to the city centre, km	5,8

The assessment of the supply of jobs in the city in the wards over the period shows that the city continues to have a deficit of about 165000 jobs (about 21% of the total working age population), while the central, southern and south-eastern parts of the agglomeration continue to have a surplus of jobs (compared to the residential areas in the north-west). As a result, commuter flows for work purposes will be mainly in the direction north-west – centre – south-east).

In the radius of 6,5-7 km there will be an active urban area, which will carry the main traffic load, as it is now (about 6,7 km.), where 92% of the population lives (52% (about 640600 people) in the radius of 6,5-7 km), 32% (about 398400 people) in the peripheral areas, 41% (about 237400 people) in the peripheral areas, 16% (about 88800 people) in the central areas of the agglomeration.

The directions of the main passenger flows in the Voronezh agglomeration will be centripetal, mainly along the north-west – centre – south-east axis, which is determined by the planned settlement of the population and the population centres.

The directions of pendular migration (movement of people from one settlement to another, to work or study, and back home during the day or week), formed in the peak periods by work trips, are determined by the existing surplus of gravity points in the central, southern and south-eastern parts of the city, and the lack of gravity points in residential areas located in the western, north-western and northern sectors of the city, which determines the main vector of population trips to gravity points.

Forecast indicators have shown that the most probable values of the motorisation rate of the population in the Voronezh agglomeration by 2035 will be 400 units per 1000 inhabitants. Due to the poor quality of the existing passenger transport system, the average annual number of passengers tends to decrease, but the data of the sociological survey show that there is a high probability of a redistribution of demand from individual transport to public transport if a new system of public transport is introduced in the city and changes are made to improve the quality of public transport services. It is estimated that the introduction of the new system can increase the volume of public transport by up to 23%.

The development of external connections is determined by the existing urban planning solutions and socio-economic burden. [1-4] Thus, the development of transport infrastructure solutions for the Voronezh agglomeration takes into account proposals for road construction solutions on Antonov-Ovseenko, Tverskaya, 9 Yanvar, and Moskovsky Streets, as well as in the area of Otradsnensky and Yamensky rural settlements.

Due to the development of external transport links, the road network is expected to grow (Table 2).

Table 2 – Main forecast indicators for the development of the road network in the Voronezh agglomeration

Indicators	2019 year	2035 year
Length of street and road network, km.	1 454,38	1563,64
Transport network density, km/km <sup>2</sup>	2,4	2,6
Share of the length of public motorways of local significance that meet regulatory requirements, %	54,5	100
Total length of all routes, km	2859,575	2379,048

By 2035 the most probable values of the level of motorisation of the population of the Voronezh conurbation will be 400 units. per 1000 inhabitants, and the projected population will be 1138460 people. (according to the average variant). Based on the expected level of motorisation of the population and its number by 2035, we can calculate the forecast value of the number of vehicles in the Voronezh area. The forecast is that there will be 455384 vehicles.

In the transport model of the Voronezh agglomeration the parameters of road traffic for the forecast periods are calculated, which are shown in Table 3, and the forecast of road safety indicators is shown in Table 4. [8]

Table 3 – The main forecast values of road transport parameters for the future until 2035 in the city of Voronezh (I – zero scenario, II – pessimistic, III – average, IV – optimistic).

Variant	I	II	III	IV	Average, taking into account the development of the mass transport system
Average time of realisation of transport correspondences, min (actual/forecast. Individual transport and public transport, rush hour)	69	45	43	40	38
Level of utilisation of the street and road network, %	79	59	57	54	52
Share of movements by public transport (including walking, cycling, scooters, etc.)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,72
Share of movements by private transport	0,4	0,4	0,4	0,4	0,28
Average trip length by all modes of transport, km	35	30	28	27	27

It is planned to increase the required level of traffic organisation and safety on the streets and road network of the Voronezh conurbation by implementing measures to equip unregulated pedestrian crossings with additional lighting, artificial road bumps, additional traffic lights, additional traffic signs with internal lighting (or LED display), and other technical elements to improve traffic organisation and safety. It is also necessary to plan the introduction of an adaptive system for regulating traffic organisation.

Table 4 – Main forecast values of traffic safety in the Voronezh area

Целевые показатели	2018 year	2024 year	2030 year
Number of road accidents	26335	15989	12321
Social risk from road traffic accidents, fatalities per 100000 population	6,11	less than 4	less than 4

In order to reduce environmental risks and improve the urban environment, it is necessary to relieve the main traffic arteries. It is necessary to create a more effective protection of the population from industrial and transport impacts and to expand the system of intra-district landscaping. Located at the crossroads of the main transport corridors, the Voronezh agglomeration will become an even bigger transport hub of the Central Black Earth Zone and one of the most important in the entire European part of the Russian Federation. The development of the city transport system will lead to a significant increase in the length of the main road network and its density. [1-4, 8]

At the same time, it is obvious that radical improvement of the air quality can be achieved only with radical changes in the transport system, reduction of freight traffic within the city limits, construction of high-speed urban transport. The solution of the set tasks will make it possible to minimise the reduction of toxicity of exhaust gases from car engines, to develop and implement a set of organisational and technical measures aimed at reducing emissions into the environment, including stricter control over the technical condition of vehicles, toxicity.

#### References

1. Vaksman, S. A. Problems of development and organization of functioning of transport systems of cities // Socio-economic problems of development of transport systems of cities and areas of their influence: materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. – Ekaterinburg: AMB. 2002. – Pp. 10-15.
2. On the organization of road traffic in the Russian Federation and on amending certain legislative acts of the Russian Federation : Feder. Law from 29.12.2017 № 443-FZ ed. from 15.04.2019 // Reference legal system «ConsultantPlus». – Mode of access: <http://www.consultant.ru>.
3. Gonchar, M. P. Role and effectiveness of the complex scheme of traffic organization when introduced into the existing traffic organization / M. P. Gonchar // Young Scientist. – 2020. – № 22(312). – Pp. 583-585.

4. On approval of the Rules for the preparation of documentation on the organization of road traffic [Electronic resource]: Order of the Ministry of Transport of Russia from 26.12.2018 № 480 // Reference legal system «ConsultantPlus». – Mode of access: <http://www.consultant.ru>.

5. On approval of the Comprehensive scheme of traffic organization of the urban district of the city of Voronezh : resolution of the administration of the urban district of the city of Voronezh from April 12, 2022 № 325 // Electronic fund of legal and regulatory-technical documents. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/406160660>

6. Shtepa, A. A. Actualization of the issues of the transport system of Voronezh / A. A. Shtepa // Prospects of development and major issues in science : Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Voronezh, March 15, 2023 / Editor-in-Chief V.A. Zelikov. – Voronezh: Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, 2023. – Pp. 42-47.

7. Shtepa, A. A. Transport and socio-economic characteristics of the urban agglomeration of Voronezh / A. A. Shtepa // Actual issues and prospects of development of modern science : Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Voronezh, March 15, 2022 / Editor-in-Chief V.A. Zelikov. – Voronezh: Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, 2022. – Pp. 76-83.

8. Yakimov, M. R. Analysis of the influence of different scenarios of development of the transport system of a large city on the possible variants of violation of the integrity of the urban structure // Vestnik Transport Povolzhye. – 2011. – №1 (25). – Pp. 18-24.

#### Список литературы

1. Ваксман, С. А. Проблемы развития и организации функционирования транспортных систем городов / С. А. Ваксман // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы VIII Междунар. науч.-практ.конференции. – Екатеринбург : АМВ, 2002. – С. 10-15.

2. Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федер. закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ в ред. от 15.04.2019 // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. Гончар, М. П. Роль и эффективность комплексной схемы организации дорожного движения при внедрении в существующую организацию дорожного движения / М. П. Гончар // Молодой ученый. – 2020. – № 22 (312). – С. 583-585.

4. Об утверждении Правил подготовки документации по организации дорожного движения : Приказ Минтранса России от 26.12.2018 № 480 // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

5. Об утверждении Комплексной схемы организации дорожного движения городского округа город Воронеж : постановление администрации городского округа город Воронеж от 12 апреля 2022 г. № 325 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/406160660>.



6. Штепа, А. А. Актуализация вопросов транспортной системы Воронежа / А. А. Штепа // Перспективы развития и важнейшие проблемы науки : материалы Всерос. науч.-практ. конференции, Воронеж, 15 марта 2023 г. / гл. ред. В.А. Зеликов. – Воронеж, 2023. – С. 42-47.

7. Штепа, А. А. Транспортные и социально-экономические характеристики городской агломерации Воронежа / А. А. Штепа // Актуальные вопросы и перспективы развития современной науки : материалы Всерос. науч.-практ. конференции, Воронеж, 15 марта 2022 г. / гл. ред. В. А. Зеликов. – Воронеж, 2022. – С. 76-83.

8. Якимов, М. Р. Анализ влияния различных сценариев развития транспортной системы крупного города на возможные варианты нарушения целостности городской структуры / М. Р. Якимов // Вестник транспорта Поволжья. – 2011. – № 1 (25). – С. 18-24.

## VORONEZH TRANSPORT PLANNING: DEVELOPMENT PROSPECTS

A.A. Shtepa, Y.A. Belyaeva, E.A. Maklakova

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** The article briefly examines the main aspects of transport planning in Voronezh and emerging problems.

**Keywords:** planning, development, transport.

## ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ВОРОНЕЖА: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

А.А. Штепа, Ю.А. Беляева, Е.А. Маклакова

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В статье кратко рассматриваются основные аспекты транспортного планирования в Воронеже и возникающие проблемы.

**Ключевые слова:** планирование, развитие, транспорт

Transport planning in modern conditions of the functioning and development of socio-economic systems is the process of developing and implementing plans for the development of transport infrastructure, objects and subjects of sustainable and safe functioning of transport in the provision of transport services. Transport planning should initially include the analysis of retrospective information on the functioning of transport, and then the development of traffic routes, the selection of rolling stock, the organization and management of transport systems, and so on.

Transport, being one of the key factors in the development of the territory and improving its level of living, plays an important role in the socio-economic system of the country. Therefore, issues of transport planning do not lose their relevance.

Voronezh is the largest city in Russia, and its transport system requires constant development in order to operate sustainably. When considering issues of transport planning at the initial stage, it is necessary to have an idea of the transport structure and existing modern technologies in transport. [1, 2]

Let us take a brief look at the classical transport structure, which forms a kind of transport «framework».

The transport «framework» of a territory is a unique system of transport «arteries» connecting various areas of the territory and serving as the basis for the development of transport infrastructure. This «framework» includes the road network, railways and waterways, airports, metro, and so on.

The publicly accessible modern transport infrastructure of Voronezh includes the identification of main public transport routes, reconstruction and construction of new interchanges and bridges, development of the road network, and so on.

For overall accessibility, public urban passenger transport should be given great importance in transport planning. Despite the fact that Voronezh already has an extensive route network of public urban passenger transport, the increase in motorization has led to congestion of the road network, which has led to a decrease in the quality of transport services (congestion and emergency situations, road accidents, environmental damage, etc. further). The development of public urban passenger transport should include increasing the number of modern rolling stock, improving the quality of services, introducing new technologies in transport and expanding the route network. These measures will invariably lead to an increase in demand for public transport and a decrease in the use of private vehicles. Attention should also be paid to the development of public urban passenger transport in terms of integration or synthesis of traditional rolling stock (buses) with high-speed trams, the metro, and so on. [3, 4]

The development of public urban passenger transport and the organization of transport services and the safety of the transport process are difficult to implement without the reconstruction, development and construction of existing and new roads and interchanges. The process of updating and creating a road network helps reduce the load on the existing network, reducing the negative impact of rolling stock on people and the environment. The implementation of such plans requires significant investment. In

particular, it is therefore necessary to attract private investment and use public-private partnership mechanisms.

The next promising area of transport planning is the development of infrastructure for cyclists and pedestrians. It should include the creation of safe and comfortable conditions for users (cyclists and pedestrians), since walking and cycling are accessible, environmentally friendly and beneficial for a person's physical well-being.

Another promising area of transport planning is the integration of the established transport system with other systems. In this regard, mechanisms are being created for the joint work of different modes of transport, for example, by developing common routes or using a common transport infrastructure, where passengers can easily transfer from one mode of transport to another.

It is worth noting that modern information technologies make it possible to introduce artificial intelligence into the transport system; for example, machine learning algorithms can analyze data on passenger flows, congestion and road conditions in order to predict developments and prevent negative consequences.

More developed territories in their transport planning have already reached the level of introduction of electric and unmanned vehicles into the transport infrastructure, which can significantly reduce the number of emergency situations and traffic accidents, congestion, and electric vehicles can reduce air pollution.

In conclusion, it should be noted that transport planning in Voronezh requires an integrated approach that takes into account all aspects of the existing urban transport system. The implementation of these measures will improve the quality of life of the population and make the city more attractive for residents, domestic tourism and business activity.

## References

1. Analysis of the world experience of transport planning of cities / T. V. Konovalova, A. E. Areshkina, S. V. Kotsurba, S. L. Nadiryan // Science. Technics. Technologiya (Polytechnic bulletin). – 2021. – № 3. – Pp. 51-55.
2. Martyakhin, D. S. Accessibility – an element of transport planning / D. S. Martyakhin // Automobile roads. – 2022. – № 1(1082). – Pp. 110-113.
3. Shtepa, A. A. Transport planning: prerequisites for reforming the passenger transport of Voronezh / A. A. Shtepa // Organisation and safety of road traffic :

Proceedings of the XII National Scientific and Practical Conference with international participation. – Tyumen: Tyumen Industrial University, 2019. – Pp. 306-308.

4. Shtepa, A. A. Analysis and prospects for the development of urban passenger transport in Voronezh / A. A. Shtepa // Road traffic organization and safety : proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference : in 2 volumes. – Tyumen: Tyumen Industrial University, 2018. – Pp. 122-126.

#### Список литературы

1. Анализ мирового опыта транспортного планирования городов / Т. В. Коновалова, А. Е. Арешкина, С. В. Коцурба, С. Л. Надирян // Наука. Техника. Технология (Политехнический вестник). – 2021. – № 3. – С. 51-55.

2. Мартяхин, Д. С. Доступность – элемент транспортного планирования / Д. С. Мартяхин // Автомобильные дороги. – 2022. – № 1 (1082). – С. 110-113.

3. Штепа, А. А. Транспортное планирование: предпосылки реформирования пассажирского транспорта Воронежа / А. А. Штепа // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XII Всерос. науч.-практ. конференции с международным участием. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 306-308.

4. Штепа, А. А. Анализ и перспективы развития городского пассажирского транспорта в Воронеже / А. А. Штепа // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XI Междунар. науч.-практ. конференции : в 2 т. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 122-126.

## ВАРИАНТЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В МИРЕ

А.А. Альбрехт, Г.Н. Климова, В.В. Стасюк, И.В. Кузнецов, М.Н. Казачек,  
А.Ю. Артемов

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В центре внимания данного исследования – решения по улучшению состояния глобальной окружающей среды. Поскольку экологические проблемы становятся все более актуальными в современном обществе, необходимо принять меры по улучшению глобального состояния окружающей среды.

**Ключевые слова:** экологическая обстановка, улучшение, охрана, сокращение выбросов, переработка, снижение загрязнения, окружающая среда, энергия, отходы.

## OPTIONS FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN THE WORLD

A.A. Albrecht, G. N. Klimova, V. V. Stasyuk, I. V. Kuznetsov, M. N. Kazachek,  
A. Yu. Artemov

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** The focus of this study is on solutions to improve the global environment. As environmental problems are becoming more and more important in today's society, it is necessary to take measures to improve the global environment.

**Keywords:** Environmental, improvement, protection, emission reduction, recycling, pollution reduction, environment, energy, waste.

Безопасная среда – это здоровая среда. С развитием технологий резко увеличилось количество промышленных отходов. Это приводит к изменению климата, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды.

С каждым годом все большее число людей начинает задумываться о будущем нашей планеты. Эпидемия Ковид-19 полностью изменила образ жизни людей. Глобальные сдвиги произошли не только в восприятии людей, но и в глобальной

экологической обстановке. Первозданные экосистемы начали восстанавливаться, количество промышленных отходов в воздухе и воде уменьшилось, а животные вернулись в свои прежние места обитания, что стало следствием меньшего участия человека. Но теперь появилась другая проблема: "пластиковый вирус Корона", который загрязняет океаны, моря и пахотные почвы. Человечество еще очень долго будет бороться с такими отходами, которые большинство людей не отдают на переработку.

Наиболее частыми проблемами, приводящими к экологической катастрофе, являются: загрязнение окружающей среды предприятиями, работающими на пределе своих возможностей. На людей негативно влияют газовое загрязнение и смог, а также кислотные дожди, парниковые газы, нехватка питьевой воды и другие проблемы. Природные ресурсы истощаются в результате выброса химикатов в воду и почву при промышленном и сельскохозяйственном производстве. Кроме того, из-за низкого уровня переработки мусора увеличивается количество свалок.

#### Экотренды 2023 года

Тренд 1: вектор на переработку отходов. Переработка и утилизация отходов станет главным трендом после пандемии 2021 года, считает Татьяна Сухарева, владелец ООО "Полимерный машиностроительный завод" и создатель сообщества ECO SKILLS.

По данным TASS, за последние десять лет интерес к соответствующей утилизации вырос в 2,7 раза, а количество поисковых запросов "Яндекса" на тему раздельного сбора мусора увеличилось более чем в шесть раз.

Одновременно большинство людей хотят знать, как перерабатывать электронику и бытовую технику, одежду и обувь, книги и бумагу, термометры, батарейки и аккумуляторы, автомобильные шины, стекло, лампочки и пластик.

Яндекс отмечает, что в течение всего периода самоизоляции отношение пользователей к утилизации мусора менялось. В 2020 году весной было меньше запросов на утилизацию шин, одежды и книг, а летом больше запросов на утилизацию холодильников.

Тренд 2: "Чистые" технологии и "зеленые" офисы. На протяжении нескольких лет промышленные компании модернизируют свою экологическую обстановку. Так,

для снижения вредных выбросов в атмосферу российские предприятия инвестировали в модернизацию производства 78 миллиардов рублей до конца 2020 года. В результате выбросы снизились на 71 тысячу тонн. Предприятия строят "зеленые" офисы, занимаются развитием сферы услуг, внедряют ресурсосберегающие технологии на производстве. Предприятия превращают свои здания в энергоэффективные "зеленые" зоны, оснащенные отдельными системами сбора мусора и различными датчиками для снижения энергопотребления и использования ресурсов, что в конечном итоге приводит к экономии средств.

Эксперты также обсуждают внедрение "зеленых" стандартов в бизнесе и обязанности сотрудников по отношению к окружающей среде.

Тренд 3: Деловое экологическое движение, российский бизнес все чаще использует сообщество как инструмент для организации экологических движений с целью продвижения и развития устойчивого имиджа бренда. В наши дни забота об окружающей среде не только в моде, но и выгодна стратегически для любого бизнеса. По словам Татьяны Сухаревой, создателя сообщества ECO SKILLS и владельца "Завода полимерного машиностроения", "зеленые" методы маркетинга и продвижения отлично справляются с задачей выведения компании на рынок.

Тренд 4: "Прозрачные" законы, в настоящее время растет число обращений общественности в административные органы по поводу накопленных предметов экологического вреда, незаконных свалок, загрязнения водоемов пластиком. Татьяна Сухарева, создатель сообщества ECO SKILLS, утверждает, что экологическая коммерция особенно ценна, так как приносит пользу не только окружающей среде, обществу и планете, но и прибыль. Прозрачность и открытость информационной политики компании в области обращения с отходами, а также ежедневное использование современных инструментов IT-мониторинга - важнейшие составляющие развития долгосрочного конкурентного преимущества бизнеса.

Росприроднадзор сообщает, что в 2020 году в ведомство поступило около 54,9 тысячи обращений граждан, из которых около 47,6 тысячи были направлены в территориальные организации и 7,3 тысячи - в центральный аппарат. При этом более 50 % поступивших обращений касались вопросов загрязнения окружающей среды, в том числе выбросов и сбросов различных предприятий, влияющих на



экологию, а также разрешенного и несанкционированного размещения мусора всех видов.

Президент России Владимир Путин утвердил распоряжение о сокращении выбросов парниковых газов в ноябре 2020 года. Таким образом, к 2030 году выбросы парниковых газов должны быть сокращены на 70 % по сравнению с уровнем 1990 года, как предписывает правительство. Кроме того, глава государства поручил создать предпосылки для проведения политики, направленной на предотвращение и сокращение этих выбросов, учитывая при этом особенности различных отраслей экономики.

Тренд 5: Растительная революция. В 2021 году появляется значительный шанс внедрить и расширить инновации в области питания на основе растений. Крайне важно вести экологически безопасное и экономически выгодное сельское хозяйство, чтобы уменьшить гибель живых существ и ухудшение состояния пахотных земель, что замедлит необратимые изменения климата. Растениеводство является ключевым фактором в решении экологических проблем, таких как восстановление и обеспечение минеральными веществами верхних слоев почвы, увеличение биомассы, укрепление сельскохозяйственных земель и другие подобные вопросы. В частности, за последние несколько лет были проведены значительные исследования по разработке новых методов модификации генома растений. По мнению ученых, близок день, когда люди смогут легко регулировать мутации в клетках и тканях растений. Это облегчит их задачу.

Тренд 6: Переработка отходов. Глобальная система переработки и утилизации мусора существует уже несколько лет. от повторного использования пластиковых бутылок, крышек и макулатуры. В последнее время все старое нижнее белье перерабатывается шведской промышленностью и используется для изготовления различных предметов мебели, в том числе столов [2].

Тренд 7: Альтернативная энергетика. Этот сектор растет, чтобы вытеснить атомные и тепловые электростанции, которые являются наиболее экологически опасными источниками электроэнергии. В нем используется энергия солнца, ветра, океанских приливов и отливов, газов, образующихся при распаде живой биомассы, геотермальная энергия и т. д. [1]

Тренд 8: Сокращение расходов. Придерживаясь минимализма, вы сможете сэкономить немало денег, ведь вам не понадобится так много вещей, а значит, вы не будете тратить столько денег. Каждый аспект понятен и рационален. Более того, многие торговые сети поощряют покупателей к рациональному потреблению, предлагая скидки на новые покупки в обмен на утилизацию старых вещей и оборудования. Кроме того, я снимаю дополнительные баллы за использование бумажных пакетов ручной работы, а не пластиковых. Пандемии, представляющие собой автоматы для приема пластиковых и алюминиевых бутылок, в настоящее время тестируются несколькими супермаркетами. За работу машины выдаются купоны на скидки. Если чувствовать, что ты вносишь свой вклад в спасение мира, просто фантастично, то получать поощрения - еще лучше.

Тренд 9: Самосознание и понимание каждым современным человеком правильного поведения по отношению к природе. Люди не знают, где они могут быть экологически чистыми, и не понимают, насколько важно заботиться о нашей Земле.

Даже если вы с сомнением относитесь к последним новостям о таянии ледников и глобальном потеплении, вы не сможете оспорить очевидное: экосистема находится в серьезной опасности. Скоро в воде будет больше пластика, чем рыбы, а городской воздух станет настолько грязным, что вам придется постоянно носить маски из-за коронного вируса. Мы переживаем экологические трудности, потому что загрязнение вредит нашему здоровью. В таких условиях стремление сделать мир чище в прямом смысле слова вполне понятно.

#### Список литературы

1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология : учебник и практикум для СПО / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 382 с.
2. Ал Гор. Неудобная правда. Глобальное потепление. Как остановить планетарную катастрофу. М., 2004.

#### References

1. Larionov, N. M. Industrial ecology: textbook and practice for SPO / N. M. Larionov, A. S. Ryabyshenkov. - 2nd ed., reprint. and add. - M.: Yurayt Publishing House, 2018. – 382 p.
2. Al Gore. An inconvenient truth. Global warming. How to stop a planetary catastrophe. Moscow, 2004.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОДИТЕЛЯ

Г.Н. Климова<sup>1</sup>, С.А. Ширяев<sup>2</sup>, С.С. Веневитина<sup>1</sup>, А.Ю. Артемов<sup>1</sup>,  
В.В. Разгоняева<sup>1</sup>, А.В. Школьных<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет»  
г. Волгоград, Россия

**Аннотация:** О создании оптимальных дорожных условий с учетом психологических возможностей водителя.

**Ключевые слова:** выбор режима движения, индивидуально-психологические характеристики, организация дорожной обстановки.

## INFLUENCE OF TRAFFIC CONDITIONS ON THE PSYCHOLOGICAL CAPABILITIES OF THE DRIVER

G.N. Klimova<sup>1</sup>, S.A. Shiryaev<sup>2</sup>, S.S. Venevitina<sup>1</sup>, A.Y. Artemov<sup>1</sup>, V.V. Razgonyaeva<sup>1</sup>,  
A.V. Shkolnykh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G. F. Morozov,  
Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Volgograd State Technical University,  
Volgograd, Russia

**Abstract:** About creating optimal road conditions, taking into account the psychological capabilities of the driver.

**Keywords:** choice of driving mode, individual psychological characteristics, organization of the road situation.

От управляющих действий водителя в постоянно сменяющихся дорожных условиях, зависит безопасность дорожного движения (БДД). Знания Правил

дорожного движения (ПДД), имеющийся опыт, отработанные навыки, правильно воспринимаемая информация, отличная сенсомоторная реакция, позволяют гораздо быстрее и правильнее реагировать на сложившуюся дорожную ситуацию, особенно в сложных дорожных ситуациях. От личных и индивидуально психофизиологических характеристик водителя, зависит выбор режима движения. Также, водитель при выборе режима движения, естественно зависим от многих других факторов - ширины проезжей части, качества дорожного полотна, технических характеристик автомобиля, условий среды, технического оснащения, информационного обеспечения и т. д. Таким образом, водитель постоянно корректирует режима движения. Поэтому, организация дорожной обстановки должна учитывать психофизиологические возможности водителя.

Анализ дорожно-транспортной аварийности в сфере управления БДД, тем точнее выдает результаты, чем длительнее период анализа динамики изменения количества ДТП, раненных и погибших (используется закон больших чисел).

Статистика показателей аварийности в Воронежской области за последние 13 лет (с 2010 по 2022 гг.): количество ДТП снизилось на 38,5 %, погибших на 43 %, раненных на 39 %, т. е. около 40 % снижения по всем показателям. Чаще всего в аварии попадают в результате столкновения (в среднем от 40 % до 43 %).

Обеспечение безопасности на полосных дорогах зависит от возраста водителя. Наибольшее количество ДТП совершают водители со стажем работы до трех лет и со стажем более 10 лет. Самыми «опасными» являются водители со стажем работы менее двух лет. Проведенные исследования «Зависимости времени реакции от возраста», где водителей поделили на возрастные группы: от 18 до 25 лет; от 35 до 45 лет; от 60 лет и более, показали. На 2-х полосной дороге при ожидаемом сигнале время реакции мало чем отличается во всех возрастных группах. При неожиданном сигнале, опыт водителей имеет положительное значение. Водители старшего возраста, быстрее реагируют на ситуации, и соответственно, реакция у них меньше.

Дифференциация по результатам исследования, имеет практическое значение для водительского обучения и воспитания участников дорожного движения.

Надежность водителя, т. е. количество допущенных ошибок, меняется не только от времени управления транспортным средством, но и от оптимальных

дорожных условий, которые должны создаваться с учетом психологических возможностей человека.

В результате исследований установлено, что оптимальное эмоциональное напряжение повышает психологическую надежность водителя. Частота пульса и реакция водителя увеличиваются при большом объеме информации, это зачастую приводит к срывам нервной системы водителя. Недостаток информации, также приводит к ослаблению внимания, мышления и реакции.

Процесс восприятия водителем дорожной обстановки сопряжен с эмоциональной напряженностью водителя. Постоянное состояние напряженности приводит к переутомлению водителя. Поэтому при строительстве дорог учитываются удобный разъезд автомобилей не только в плане ширины дороги для безопасности разъезда. Но и с учетом комфортности восприятия водителем ширины дороги, типа покрытия, разрешенной скорости проезда участка.

По результатам исследования восприятия водителем элементов дороги, с использованием аппаратных методов. Выявлено, что когда по маршруту следования часто изменяется разрешенный скоростной режим. Водитель испытывает дискомфорт, когда скорость меняется в пределах от 20 до 120 км/час, и наоборот, маршрут более безопасен при скорости в диапазоне 60-90 км/час. Регистрация психофизиологических показателей водителя в течение рабочего дня позволила сделать это заключение.

Создать «идеальные условия» на всех участках маршрута на практике невозможно. Поэтому стоит вопрос, сколько времени может пребывать водитель в состоянии постоянного эмоционального напряжения. Водители со слабой нервной системой быстрее утомляются от сложных дорожных условий. Водители сильным, уравновешенным типом нервной системой будут дольше чувствовать себя в «бодром» состоянии. Однако, время управления на особенно опасных участках дороги необходимо сокращать.

Исследования психологических возможностей водителей являются самыми основными критериями при теоретических расчетах и проектирование дорог и составления технических условий, обязательных при строительстве дорог.

Благоустройство дорог важный элемент безопасности, но исключить опасные участки на практике не удастся.

Заметить отличия в мастерстве водителей в обычных стандартных условиях трудно. Мастерство проявляется при усложненной дорожной обстановке. Один из признаков мастерства водителя, это умение прогнозировать ситуацию на дороге. опередить развитие событий, не дать произойти аварии с потерями не только материального ущерба. В этом и состоит высокая квалификация водителя.

Опасность снижается на дороге, безусловно, при участии профессионалов, но среди участников движения присутствуют водители с различным уровнем квалификации. Провоцирующего поведения, так называемого «лидера», или одного из участников движения, увеличивает количество ДТП до 50 %.

Примеров провоцирующего поведения отдельных участников множество, в заторах, самые нетерпеливые пытаются маневрировать, съезжают на обочину, а затем всех, опыляя «втискиваются» без очереди в ряд выстроившихся машин в ожидания проезда, тем самым создавая аварийную ситуацию, потому что сокращается дистанция до минимальных размеров. Или неопытные водители из-за недостаточности знаний ПДД, проезжая сложные участки, подставляют и свою машину и тех, кто едет с соблюдением правил.

Движение на грани риска, бывает и по причине подражания «авторитету» или «авторитетному лицу», из-за отсутствия транспортной культуры. Безусловно, неправильные навыки и невыученные правила на этапе подготовки в автошколе, приносят непоправимый вред обучающимся. Затем, либо сам водитель на протяжении нескольких лет будет доучиваться, либо повезет, кто другой укажет ему на некорректное управление автомобилем. Рискованные маневры, выполняемые одним водителем, заставляют других водителей, оказавшихся в безвыходном положении, также выполнять на грани риска маневры.

*Пример.* Водитель решил обогнать движущего впереди лидера, посчитав, его движение слишком замедленным. По встречной полосе водители, также едут с равномерной невысокой скоростью. Просчитав ситуацию, водитель начинает обгон, но не смог предвидеть, что после десятка машин, которые ехали медленно будет в заключении этой колонны водитель, желающий ехать с ускорением. Да и «Лидер» вдруг увеличил скорость. В этом случае непредусмотрительность одного водителя, может закончиться крупной аварией нескольких машин на проезжей части дороги.

Предвидению, мало придают значение, обучая в автошколе, считая, что это нарабатывается с опытом каждого водителя, тем более это очень индивидуально специфическое качество личности. Воображение при восприятии одной и той же дорожной обстановки, очень отличается, и тем более отражение в сознании, порой непредсказуемо. Наблюдались случаи на дорогах, когда при повороте налево, с главной дороги на прилегающую улицу, водитель путал полосы и выезжал на встречную полосу. Как это можно предвидеть, естественно очень сложно такое предвидеть.

Опыт вождения, помогает быть осторожным в ситуациях, развитие которых трудно предвидеть и прогнозировать. Этим водителей отличает объективность в умозаключениях, не торопиться делать выводы по одиночным суждениям, не проанализировав обстановку в целом.

Самооценка может изменяться под влиянием необратимых ситуаций на дорогах. Когда водитель попадает не единожды в аварийные ситуации, либо становится не пострадавшим виновником аварии.

Уровень превосходства собственной личности перед другими, имеет место и на дорогах. Поэтому считаем привитие транспортной культуры, необходимо воспитывать не только на этапе обучения в автошколе, а начинать со школьной скамьи. Установка правил и норм, и обязательное их соблюдение при обучении, и далее в процессе деятельности. Для выполнения этих требований, необходимо пройти медицинское освидетельствование кандидата в водители, и освидетельствование психологической пригодности к водительской деятельности.

Безопасность зависит от водителя практически на 90 %, поэтому одно из важнейших мероприятий по сокращению жертв на дорогах, учет уровня развития устойчивых профессионально значимых психологических и психофизиологических качеств водителей.

Психологические особенности каждого водителя индивидуальны, не учитывать их при приеме на работу и в дальнейшей деятельности, это значит нерационально использовать людские ресурсы, творческий потенциал работника, его способности к деятельности.

Мероприятия по созданию условий для повышения безопасности движения, проводятся ежегодно в соответствии с программами «Повышения безопасности движения», начиная с 2006 года. На период с 2018 до 2024 гг. действует Федеральный проект «Безопасность дорожного движения». Целью является сокращение смертности населения на дорогах к 2024 году, до 35 % по отношению к 2017 году.

Повышение профессионального мастерства водителей осуществляется путем организации занятий необходимых для обеспечения безопасности дорожного движения с периодичностью не реже одного раза в год, по соответствующим учебным планам и программам ежегодных занятий с водителями. Для этих целей Министерство транспорта РФ утвердило «Программу ежегодных занятий с водителями автотранспортных организаций» РД-26127100-1070-01

#### Список литературы

1. Зеликова Н.В. Оценка влияния качества работы городского пассажирского транспорта на уровень психоэмоционального состояния пассажиров / Н. В. Зеликова, Ю. В. Струков, В. А. Зеликов, Г. А. Денисов, Г. Н. Климова / Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте : сборник статей международной научно-практической конференции, 20-21 апреля 2022 года. - Липецк, 2022. - С. 146-149. - eLIBRARY.

2. Повышение безопасности движения путем совершенствования системы подготовки водителей категории "В" / Г. Н. Климова, В. А. Зеликов, Ю. В. Струков, Г. А. Денисов, С. В. Внукова, С. С. Веневитина, В. В. Разгоняева // Грузовик. - 2023. - № 7. - С. 31-35. - DOI: 10.36652/1684-1298-2023-7-31-35. - eLIBRARY.

3. Оптимизация организации дорожного движения на городских перекрестках / Н. В. Зеликова, Ю. В. Струков, В. А. Зеликов, Г. А. Денисов, Г. Н. Климова, В. Э. Клявин // Технология транспортных процессов: состояние, проблемы, перспективы : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 13 февраля 2023 г. / отв. ред. В.А. Зеликов ; ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова. - Воронеж, 2023. - С. 18-23. - DOI: 10.58168/ТТПСПР2023\_18-23. - eLIBRARY.

4. Скрыпников, А. В. Инженерная психология : учеб. пособие / А. В. Скрыпников, Г. Н. Климова. – Воронеж, 2010. – 247 с.

#### References

1. Assessment of the impact of the quality of urban passenger transport on the level of the psycho-emotional state of passengers / N. V. Zelikova, Yu. V. Strukov, V. A. Zelikov, G. A. Denisov, G. N. Klimova / Infocommunication and intelligent technologies in transport : collection of articles of the international scientific and practical conference, April 20-21, 2022 of the year. - Lipetsk, 2022. - pp. 146-149. - eLibrary.



2. Improving traffic safety by improving the training system for drivers of category "B" / G. N. Klimova, V. A. Zelikov, Yu. V. Strukov, G. A. Denisov, S. V. Vnukova, S. S. Venevitina, V. V. Razgonyaeva // Truck. - 2023. - No. 7. - S. 31-35. - DOI: 10.36652/1684-1298-2023-7-31-35. - eLIBRARY.

3. Optimization of traffic management at urban intersections / N. V. Zelikova, Yu. V. Strukov, V. A. Zelikov, G. A. Denisov, G. N. Klimova, V. E. Klyavin // Technology of transport processes: state, problems, prospects : materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, February 13, 2023 / ed. by V.A. Zelikov; VGLTU named after G.F. Morozov. - Voronezh, 2023. - pp. 18-23. - DOI: 10.58168/TTPSPP2023\_18-23. - eLibrary.

4. Skrypnikov, A. V. Engineering psychology : textbook / A. V. Skrypnikov, G. N. Klimova. – Voronezh, 2010. – 247 p.

## СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С УЧАСТИЕМ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ И ПЕШЕХОДОВ

Н.И. Злобина<sup>1</sup>, Г.А. Денисов<sup>1</sup>, А.А. Феофилова<sup>2</sup>, Ю.В. Струков<sup>1</sup>,  
В.Э. Клявин<sup>3</sup>, В.А. Зеликов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»  
г. Ростов-на-Дону, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»  
г. Липецк, Россия

**Аннотация:** Рассмотрен и проанализирован вопрос безопасности дорожного движения и уровень аварийности с участием диких животных и пешеходов на дорогах общего и специального пользования. Проанализирован вопрос поведения участников дорожного движения на проезжей части, а также представлены рекомендации по уменьшению риска попадания пешехода под колеса автомобиля и соблюдения ими правил поведения на дорогах.

**Ключевые слова:** дорога, автомобиль, пешеход, животное, безопасность.

## THE STATE OF THE ROAD SAFETY ISSUE INVOLVING WILD ANIMALS AND PEDESTRIANS

N.I. Zlobina<sup>1</sup>, G.A. Denisov<sup>1</sup>, A.A. Feofilova<sup>2</sup>, Yu.V. Strukov<sup>1</sup>,  
V.E. Klyavin<sup>3</sup>, V.A. Zelikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

<sup>2</sup>*Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

<sup>3</sup>*Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia*

**Abstract:** The issue of road safety and the level of accidents involving wild animals and pedestrians on public and special roads are considered and analyzed. The issue of the behavior of road users on the roadway is analyzed, as well as recommendations for reducing the risk of a pedestrian getting under the wheels of a car and their compliance with the rules of behavior on the roads are presented.

**Keywords:** road, car, pedestrian, animal, safety.

Автомобильный транспорт играет главную роль в дорожном движении транспортной структуры как всей страны, так и отдельных регионов, которую подразделяют на категорию общего и категорию специального пользования. При перевозке пассажиров и грузов автомобильным транспортом особое внимание уделяют показателям качества перевозочного процесса [3]:

- безопасности, к которой можно отнести техническое состояние автотранспорта, стаж и опыт водителя, оборудование пассивной безопасности транспортного средства (ТС) (ремни, подушки безопасности и другие защитные устройства);

- комфортности (удобства езды);

- времени передвижения пассажира на маршруте (включает время подхода к остановочному пункту, время ожидания маршрутного ТС и время на проезд).

В процессе перемещения пассажиров и грузов ни одно ТС не застраховано от такого негативного явления перевозочного процесса, как дорожно-транспортное происшествие (ДТП), в результате которого повреждаются ТС, получают ранения, или погибают участники движения 9 (водители ТС, пассажиры, пешеходы). С целью снижения ДТП на предприятиях автотранспорта проводится работа по их предупреждению. ДТП, совершенные водителями автобусов, грузовых ТС, а также легковых таксомоторных ТС, имеющих право выполнять перевозки, занимают не последнее место среди всех совершенных ДТП.

Статистика происшествий с участием водителей автотранспортных предприятий по Воронежской области за 2022 год представлена на рис. 1 [6].

Из рисунка видно, что в Воронежской области, как и во всей нашей многонациональной стране в целом, наблюдается незначительное снижение показателей происшествий (рис. 2). Это можно объяснить ростом количества автомобильного транспорта, что в свою очередь способствует увеличению заторовых ситуаций и уменьшению скорости сообщения на участках улично-дорожной сети (УДС).

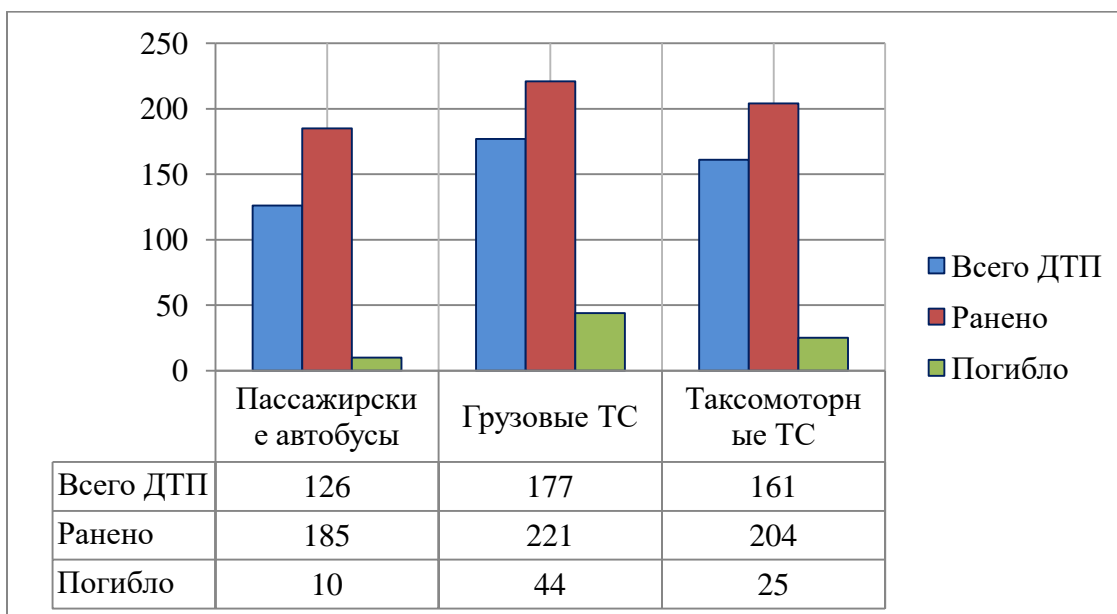


Рисунок 1 – Состояние вопроса происшествий по Воронежской области за 2022 год с участием автомобильного транспорта общего пользования

Данные негативные явления влекут за собой повышение концентрации выбросов отработавших газов и загрязняющих веществ в атмосферу, негативное их влияние на здоровье и психофизиологическое состояние водителей и пассажиров ТС, способствуют снижению концентрации внимания и утомляемости.

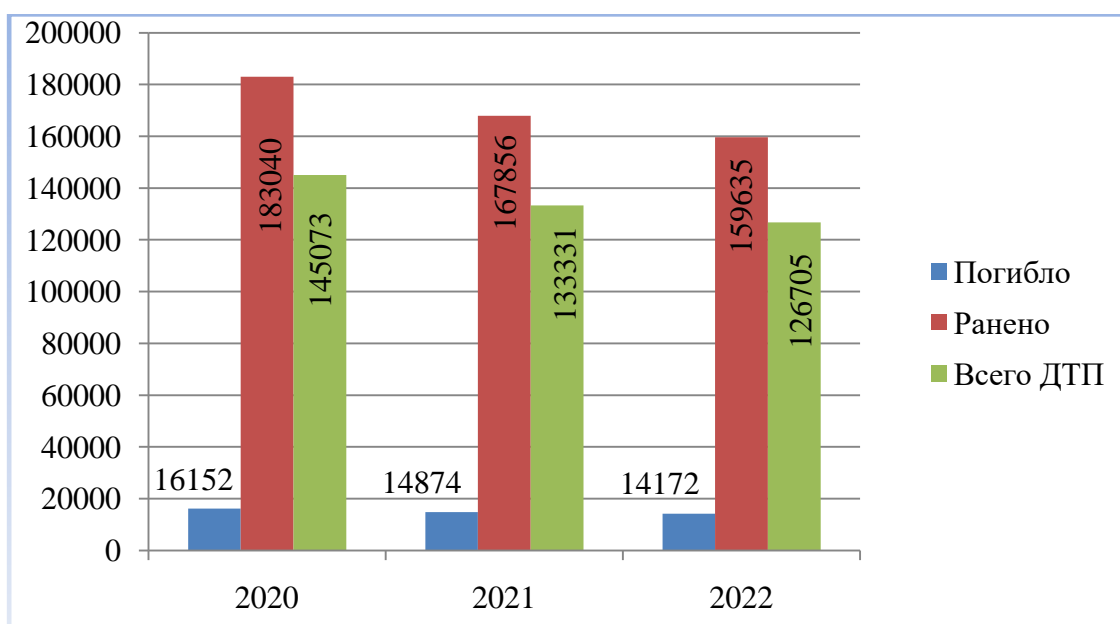


Рисунок 2 – Статистика ДТП по годам в РФ

На улично-дорожной сети каждое такое происшествие наносит тяжкий вред здоровью и жизни граждан, а также высокий материальный ущерб. Становятся инвалидами, а хуже всего – погибают дети (рис. 3).

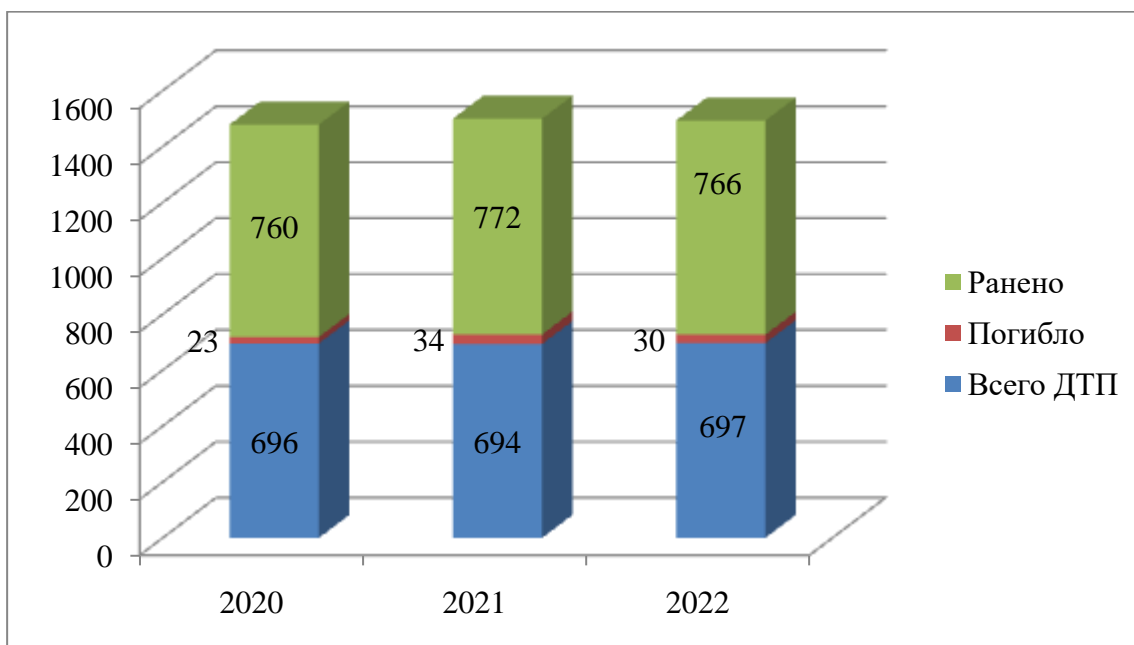


Рисунок 3 – Показатели аварийности за 2020 – 2022 гг. в городском округе г. Воронеж с участием детей

По статистическим данным службы ГИБДД по Воронежской области и показателям аварийности в разделе безопасности дорожного движения нами был проведен анализ всех происшествий, на которые повлияли различные факторы. На рис. 4 изображена гистограмма, которая отображает виды происшествий, которые чаще всего встречались на автомобильных дорогах и УДС г. Воронежа за период с января 2020 по декабрь 2022 гг. Как видно из гистограммы, преобладали такие виды происшествий, как столкновение ТС – 1226, наезд ТС на пешехода – 873 и опрокидывание ТС – 333 происшествия [6].

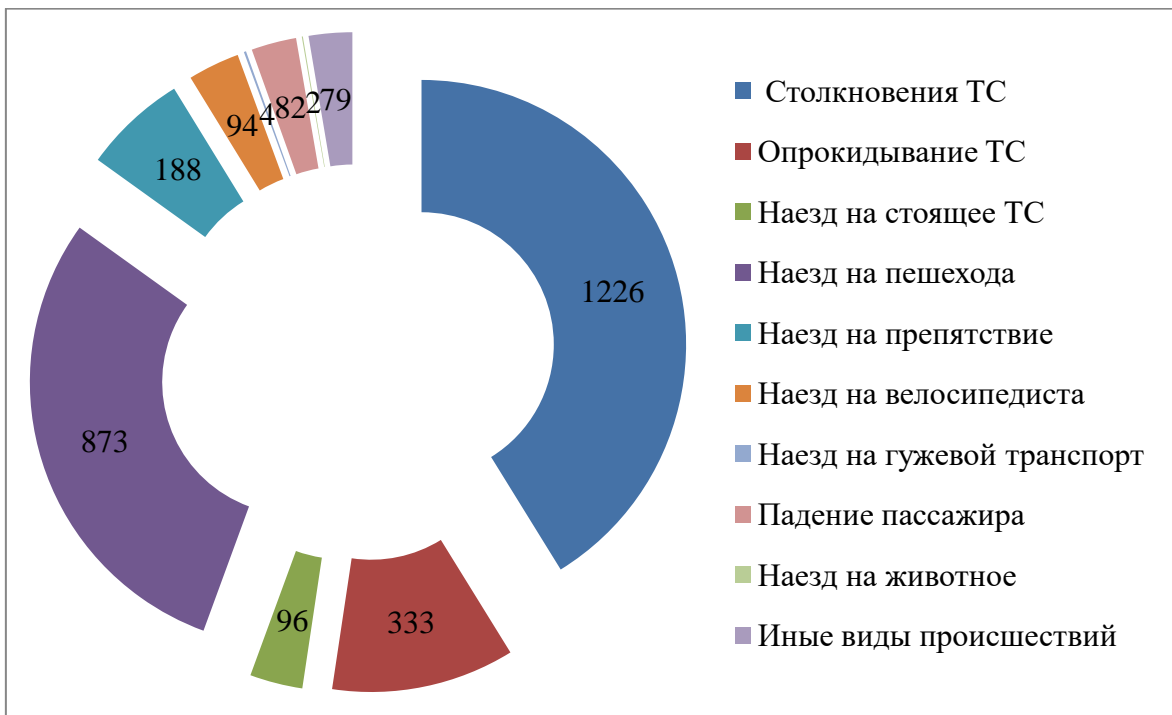


Рисунок 4 – Гистограмма распределения ДТП по видам за 2020-2022 год в Воронежской области

Поведение пешеходов на проезжей части улицы или дороги существенно отличаются от поведения диких животных. Однако, в некоторых ситуациях выйдя на проезжую часть улицы или дороги, пешеходы не обращают внимания на возможную внезапную опасность. Действия пешехода, как существа разумного, не всегда правильны, поскольку не соответствуют требованиям ПДД РФ. Наезд автомобиля на пешехода есть ДТП, которое происходит довольно часто. Чтобы предотвратить такой вид происшествия применяют разные способы организации и регулирования движения [8]. Незащищенность пешехода перед автомобилем дает ему приоритетное положение на проезжей части. В результате наезда на пешехода водитель несет гражданскую, административную, или уголовную ответственность, в результате чего пешеход считает себя неприкосновенным по отношению к водителю. В результате такого положения пешеходов на дорогах одной лишь Воронежской области с 2020 по 2022 годы зарегистрировано 2087 ДТП с участием пешеходов из 8020 произошедших [6]. Для снижения количества наездов на пешеходных переходах (ПП) управление транспорта городского округа г. Воронеж рекомендовало запретить остановку ТС на расстоянии 15 метров до пешеходных переходов совместно с камерами фотофиксации [2]. Есть рекомендации по

увеличению этого расстояния до 20 метров [1]. В настоящее время. Напомним, что согласно пункту 12.4. ПДД РФ в редакции от 22 сентября 2016 г., остановка ТС запрещается на ПП и ближе 5 м перед ними [7].

Для уменьшения риска попадания пешехода под колеса автомобиля необходимо соблюдать правила поведения на дорогах, а именно:

- пешеходам необходимо иметь на своей одежде световозвращающие элементы, для того, чтобы водитель в темное время суток мог заранее распознать их в условиях недостаточной видимости;
- движение пешеходы должны осуществлять по тротуарам, а если они отсутствуют, то по краю обочины;
- переходить пешеходный переход необходимо под прямым углом, а не под произвольным (что часто происходит);
- не оценив расстояния до приближающегося ТС, не выходить на проезжую часть [4].

#### Список литературы

1. Об обеспечении безопасности движения пешеходов / В. А. Зеликов, Г. А. Денисов, Ю. В. Струков, Н. И. Злобина, Н. В. Зеликова, С. В. Писарева / Грузовик. 2023. № 5. С. 31-35.
2. Злобина, Н. И. О повышении безопасности движения в зоне действия знаков «Пешеходный переход» и «Зебра» / Н. И. Злобина, Г. А. Денисов, Ю. В. Струков // Бюллетень транспортной информации. – 2016. – № 8 (254). – С. 24-26.
3. Злобина, Н. И. Обоснование транспортного освоения лесосырьевых баз с учетом безопасности дорожного движения : дис. ... канд. техн. наук / Н. И. Злобина ; ФГАОУ ВО "САФУ Имени М.В. Ломоносова". – Архангельск, 2022.
4. Иван Буранов. Стоянку критикуют без остановки. – Режим доступа: <http://kommersant.ru/doc/3281345>.
5. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения : учеб. для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по специальности "Организация и безопасность движения" / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 2001. – 247 с.
6. Основные показатели аварийности и их динамика. Госавтоинспекция МВД России. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru>. – Загл. с экрана.
7. Полосухина, М. В. Обеспечение безопасности дорожного движения на пешеходных переходах / М. В. Полосухина, Н. А. Муравьева // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 287-293.
8. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта : Федеральный закон от 08.11.2007 N 259-ФЗ. – Ред. от 18.03.2020 – 30 с.

## References

1. On ensuring the safety of pedestrian traffic / V. A. Zelikov, G. A. Denisov, Yu. V. Strukov, N. I. Zlobina, N. V. Zelikova, S. V. Pisareva // Truck. – 2023. – No. 5. – pp. 31-35.
2. Zlobina, N. I. On improving traffic safety in the area of operation of the signs "Pedestrian crossing" and "Zebra" / N. I. Zlobina, G. A. Denisov, Yu. V. Strukov // Bulletin of transport information. – 2016. – № 8 (254). – P. 24-26.
3. Zlobina, N. I. Justification of the transport development of forest resource bases taking into account road safety : diss. ... Cand. of Tech. Sciences / N. I. Zlobina ; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education named after M.V. Lomonosov (SAFU). – Arkhangelsk, 2022.
4. Ivan Buranov. Parking is criticized without stopping. – Access mode: <http://kommersant.ru/doc/3281345>.
5. Klinkovshtein, G. I. Organization of traffic : textbook for higher education students, studying in the specialty "Organization and safety of traffic" / G. I. Klinkovshtein, M. B. Afanasyev. – 5th ed., reprint. and add. – M. : Transport, 2001. – 247 p.
6. The main indicators of accidents and their dynamics. The State Traffic Inspectorate of the Ministry of Internal Affairs of Russia. – Access mode: <http://www.gibdd.ru>.
7. Polosukhina, M. V. Ensuring road safety at pedestrian crossings / M. V. Polosukhina, N.A. Muravyeva // Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects of rational use. - 2016. – Vol. 3. - No. 1. – pp. 287-293.
8. Charter of motor transport and urban ground electric transport : Federal Law No. 259-FZ, dated 08.11.2007, as amended on 03/18/2020. – 30 p.



**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ  
ДОРОГ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПОСРЕДСТВОМ УСТРАНЕНИЯ УСЛОВИЙ,  
СПОСОБСТВУЮЩИХ СОЗДАНИЮ ПОМЕХ ДЛЯ ДОРОЖНОГО  
ДВИЖЕНИЯ ИЛИ СОЗДАЮЩИХ УГРОЗУ ЕГО БЕЗОПАСНОСТИ**

**С.Р. Сподарев<sup>4</sup>, В.В. Васильев<sup>1</sup>, Р.А. Сподарев<sup>1</sup>, Н.В. Зеликова<sup>1</sup>, В.Э. Клявин<sup>3</sup>,  
А.А. Феофилова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»*

*г. Воронеж, Россия*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»*

*г. Ростов-на-Дону, Россия*

<sup>3</sup>*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»*

*г. Липецк, Россия*

<sup>4</sup>*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,*

*г. Воронеж., Россия*

**Аннотация:** В предложенной статье рассматривается проблема заторовых ситуаций на улично-дорожной сети городского округа г. Воронеж. Определены основные участки, которые способствуют созданию помех для дорожного движения или создающих угрозу его безопасности. После микромоделирования было определено что результатом проведенной реконструкции станет сокращение на 10-20 % задержек на подходах ул. Хользунова.

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть, пропускная способность, развитие транспортной инфраструктуры.

**MEASURES TO INCREASE THE CAPACITY OF ROADS, INCLUDING  
BY ELIMINATING CONDITIONS THAT CONTRIBUTE TO THE CREATION  
OF OBSTACLES TO TRAFFIC OR POSE A THREAT TO ITS SAFETY**

**S.R. Spodarev<sup>4</sup>, V.V. Vasiliev<sup>1</sup>, R.A. Spodarev<sup>1</sup>, N.V. Zelikova<sup>1</sup>, V.E. Klyavin<sup>3</sup>,  
A.A. Feofilova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

<sup>2</sup>*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

<sup>3</sup>*Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia*

<sup>4</sup>*Voronezh State University, Voronezh, Russia*

**Abstract:** The proposed article deals with the problem of congestion situations on the street and road network of the Voronezh city district. The main areas that contribute

to the creation of obstacles to traffic or pose a threat to its safety have been identified. After micro-modeling, it was determined that the result of the reconstruction would be a 10-20% reduction in delays on the approaches of Holzunov Street.

**Keywords:** street and road network, capacity, development of transport infrastructure.

В целях повышения пропускной способности автомобильных дорог в рамках развития транспортной сети г. Воронеж необходимо запланировать реализацию мероприятий комплексного развития транспортной инфраструктуры в части строительства и реконструкции участков улично-дорожной сети городской агломерации.

В границах агломерации на федеральной дорожной сети до 2025 г. необходимо провести реконструкцию автомобильной дороги Р-193 на участке км 10+038 – км 217+298 по параметрам категории ІБ.

Ключевым мероприятием на региональной автодорожной сети станут предусмотренные Схемой территориального планирования Воронежской области и Государственной программой Воронежской области «Развитие транспортной системы» (утв. постановлением Правительства Воронежской области от 31.12.2013 № 1188, в актуальной редакции) реконструкция автомобильных дорог 20 ОП № РЗ К В38-0 Воронеж - Луганск и 20 ОП РЗ К 25-13 «Воронеж – Нововоронеж» – «Воронеж – Луганск», а также ряда автомобильных дорог, обеспечивающих связи городских округов г. Воронежа и г. Нововоронежа: 20 ОП РЗ К В28-0 Воронеж - Нововоронеж, 20 ОП РЗ К В62-0 Подъезд к г. Нововоронежу. Однако некоторые мероприятия необходимо дополнительно добавить, для повышения эффективности реализации мероприятий, предусмотренных Схемой территориального планирования Воронежской области.

В соответствии с документами стратегического планирования Воронежской области в рамках реализации проекта необходимо:

- в границах городского округа г. Воронеж, реконструкция транспортной развязки на пересечении ул. Остужева и Ленинского проспекта,

- в границах городского округа г. Воронеж, реконструкция транспортной развязки на пересечении Московского проспекта и ул. Антонова-Овсеенко с целью строительства нового съезда в сторону центра города,

- на региональной автодорожной сети в Хохольском муниципальном районе, реконструкция съездов транспортной развязки на а. д. 20 ОП РЗ К В38-0 Воронеж – Луганск.

Ввиду того, что ограничения пропускной способности отмечаются, в основном, на УДС городского округа г. Воронежа, необходимо дополнительные мероприятия сконцентрировать в его границах.

Наиболее значительной частью настоящей группы мероприятий станут мероприятия по реконструкции существующих участков УДС в южной части г. Воронежа в рамках южного магистрального направления вдоль ул. Матросова, ул. Грамши, ВОГРЭСовского моста, ул. Лебедева, ул. Ильюшина. Направление работает на пределе пропускной способности, которая ограничена пересечениями с улицами Ворошилова, Краснознаменной и Острогожской, Чапаева и ВОГРЭСовским мостовым переходом с левобережным подходом и регулируемым пересечением Ленинского пр-кта и ул. Героев Стратосферы. Уже в среднесрочной перспективе до 2025 г. комплексом мероприятий по обеспечению транспортной связанности территории необходимо предусмотреть создание в левобережной части дублирующего участка магистрального направления вдоль ул. Циолковского для обеспечения внутригородских и агломерационных транспортных корреспонденций.

На одном из основных меридиональных направлений городского округа вдоль Московского проспекта надо запланировать реконструкцию пересечения проспекта и ул. Хользунова с ликвидацией кольцевого пересечения и устройством светофорного регулирования. Реализация мероприятия также предусматривается в рамках создания инфраструктуры магистрального пассажирского транспорта.

Проведенное микромоделирование показало, что результатом проведенной реконструкции станет сокращение на 10-20% задержек на подходах ул. Хользунова.

Нарастающий дефицит пропускной способности Московского проспекта планируется компенсировать мероприятиями по строительству дублирующих направлений.

В Коминтерновском районе города (т.н. «Северный жилой район») планируются мероприятия по реконструкции улиц 60 Армии и Солнечной по параметрам магистральных улиц районного значения для повышения пропускной

способности сети в районах жилой застройки, а также создания альтернативного выхода на Московский проспект через ул. Антонова-Овсеенко.

В Левобережном районе городского округа необходимо провести ряд реконструктивных мероприятий в рамках обеспечения магистральных связей общегородского значения. В частности, предусмотрена реконструкция участков ул. Ильюшина, ул. Землячки, ул. Димитрова, ул. Минской.

#### Список литературы

1. Проектирование парковочного пространства в мегаполисах с учетом топологии городов / Р. А. Сподарев, Б. А. Сидоров, Е. А. Кубряков, А. М. Карандеев // Актуальные вопросы и перспективы развития современной науки : Материалы Национальной научно-практической конференции / отв. редактор В. А. Зеликов. – Воронеж, 2022. – С. 47-52.

2. Особенности и рекомендации по проектированию околодотуарных и внеуличных стоянок автомобильного транспорта в г. Воронеже / Р. А. Сподарев, В. П. Белокуров // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2021. – С. 194-198.

3. Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system / V. P. Belokurov, R. A. Spodarev, S. V. Belokurov // TRANSPORTATION RESEARCH PROCEDIA : XIV International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities (OTS-2020). 2020. С. 52-58.

#### References

1. Proyektirovaniye parkovochnogo prostranstva v megapolisakh s uchetom topologii gorodov / R. A. Spodarev, B. A. Sidorov, Ye. A. Kubryakov, A. M. Karandeyev // Aktual'nyye voprosy i perspektivy razvitiya sovremennoy nauki : Materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii / otv. red. V. A. Zelikov. – Voronezh, 2022. – S. 47-52.

2. Osobennosti i rekomendatsii po proyektirovaniyu okolotrotuarnykh i vneulichnykh stoyanok avtomobil'nogo transporta v g. Voronezhe / R. A. Spodarev, V. P. Belokurov // Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya. materialy XIV Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. – Tyumen', 2021. – S. 194-198.

3. Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system / V. P. Belokurov, R. A. Spodarev, S. V. Belokurov // TRANSPORTATION RESEARCH PROCEDIA : XIV International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities (OTS-2020). 2020. S. 52-58.

## ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖ

О.В.Сторожева<sup>1</sup>, И.Ю. Струкова<sup>1</sup>, Э.Н. Бусарин<sup>1</sup>, С.В. Дорохин<sup>1</sup>,  
В.А. Зеликов<sup>1</sup>, С.А. Ширяев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет»  
г. Волгоград, Россия

**Аннотация:** В настоящей статье рассмотрены особенности транспортной инфраструктуры города Воронежа и предложены идеи по их развитию и улучшению, что в свою очередь влияет на качество городского транспортного благоустройства и качества жизни людей.

**Ключевые слова:** транспорт, метробус, транспортная инфраструктура, городское транспортное благоустройство, легкое метро.

## PROSPECTS FOR IMPROVING THE TRANSPORTATION SYSTEM IN THE CITY OF VORONEZH

O.V. Storozheva<sup>1</sup>, I.Yu. Strukova<sup>1</sup>, E.N. Busarin<sup>1</sup>, S.V. Dorokhin<sup>1</sup>,  
V.A. Zelikov<sup>1</sup>, S.A. Shiryaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Volgograd State Technical University,  
Volgograd, Russia

**Abstract:** This article examines the features of the transport infrastructure of the city of Voronezh and proposes ideas for their development and improvement, which in turn affects the quality of urban transport amenities and the quality of people's lives.

**Keywords:** transport, metrobust, transport infrastructure, urban transport improvement, light metro.

Транспортная система города является одним из важных аспектов его развития и обеспечения комфортного и безопасного передвижения жителей.

Ежегодный рост количества автомобилей приводит к загруженности улиц и проблемам, связанным с возникновением заторов на улично-дорожной сети [2]. В связи с этим, возникает необходимость улучшения транспортной системы города и внедрении новых инновационных подходов.

Следует отметить, что транспортная проблема в современных городах несмотря на множество проведенных исследований различных ученых до настоящего времени не решена. Не исключением является и город Воронеж.

Существующая транспортная система в городе Воронеже имеет свои определенные особенности, которые обусловлены схемой расположения улично-дорожной сети, а также мест притяжения и концентрации транспортных и пешеходных потоков. Работоспособность всех элементов транспортной системы города дает возможность эффективного и комфортного передвижения его жителям.

Одним из элементов транспортной системы является наличие мест для парковки автомобилей. Особенно остро вопрос наличия свободных парковочных мест возникает в центре города, что приводит к заторам и увеличению перепробегов автомобилей с целью поиска места для парковки. Кроме того, многие участки улично-дорожной сети в связи с исторически сложившейся застройкой слишком узкие, что не позволяет обеспечить пропускную способность. Это приводит к возникновению заторов и аварийных ситуаций. Особенно, ярко прослеживается в зимний период времени из-за дополнительного сужения проезжей части за счет снежного покрова.

Другой особенностью города является наличие больших по площади перекрестков, имеющих геометрические формы кольца. Следует отметить, что ранее на этих перекрестках было организовано круговое движение транспортного потока. В настоящее время в связи с изменением интенсивности движения на главных и второстепенных направлениях, движение транспортных потоков на данных перекрестках изменилось и стало иметь сложную схему организации дорожного движения. Ярким примером служит пересечение улицы Остужева и улицы Ленинский проспект [7]. Вместе с тем, следует отметить отсутствие эффективной системы маршрутного пассажирского транспорта, которая объединяет и обеспечивает удобную и быструю связь между районами города.

К тому же, необходимо обратить внимание на участки улично-дорожной сети, которые с течением времени оказались в районах с плотной жилой застройкой:

- улица Антонова-Овсеенко и улица Героев Сибиряков (соединяет федеральную автомобильную дорогу М4 «Дон» с выездом на федеральную трассу Р-298 Курск-Воронеж с северной части города);

- улица проспект Патриотов, улица Грамши и улица Ильюшина (соединяет федеральную автомобильную дорогу М4 «Дон» с выездом на федеральную трассу Р-298 Курск-Воронеж с южной части города);

- улица Московское шоссе и улица Московский проспект (являются подъездной автомобильной дорогой А-134 от автомобильной дороги М4 «Дон»).

Следует отметить, что по этим участкам улично-дорожной сети осуществляется высокая интенсивность движения транзитного транспорта, что в совокупности с увеличением доли местного движения приводит к частым возникновением заторов и повышению уровня аварийности. Увеличение доли местного движения связано с наличием крупных жилых микрорайонов в непосредственной близости к данным улицам, с непосредственным выездом на них для обеспечения транспортного сообщения.

В связи с этим многие участки улично-дорожной сети города имеют недостаточную пропускную способность, что приводит к возникновению заторов и увеличению времени задержки. Таким образом, необходимо проведение работ направленных на изучение и комплексную реконструкцию дорожно-транспортной инфраструктуры города Воронежа, что позволит увеличить пропускную способность улично-дорожной сети и сократить время в пути для всех участников дорожного движения.

Для улучшения мобильности городского населения и транспортной инфраструктуры города Воронежа, предложим варианты повышения эффективности работы транспортной системы.

1. Применение легкого метро, на основе системы подземных и наземных электрических поездов, которая может работать как самостоятельно, так, и интегрировано в существующую транспортную инфраструктуру [4, 5]. Для этого требуется строительство специальных линий для поездов, которые будут быстро

осуществлять перевозку пассажиров по городу. Внедрение данного вида транспорта позволит существенно разгрузить существующую улично-дорожную сеть города. Вместе с тем это позволит повысить скорость сообщения, снизить время нахождения в пути пассажиров и улучшить общий уровень транспортного обслуживания населения города.

2. Применение метробусов – это еще одна идея по улучшению транспортной системы города Воронеж. Организация движения метробусов, т. е. автобусов с более высокими эксплуатационными характеристиками, которые передвигаются по отдельным выделенным полосам движения [1]. Примером успешной реализации подобных мер является город Москва. В столице разработана и успешно внедрена система метробусов, которая значительно улучшила транспортное обслуживание и разгрузила улично-дорожную сеть [6].

3. Применение выделенных полос для движения маршрутного пассажирского транспорта с использованием табличек дополнительной информации с определением времени работы выделенных полос. Например: табличка 8.5.2 – «рабочие дни», 8.5.1 – работает в выходные и праздничные дни и 8.5.5 – с обозначением времени работы полосы (с 8:00 до 20:00).

4. Изменение геометрических параметров и схемы организации дорожного движения на участках улично-дорожной сети города также является одним из вариантов улучшения эффективности работы транспортной системы. Необходимо пересмотреть дизайн таких перекрестков и разработать более удобные и безопасные схемы движения. Например, замена кругового движения на регулируемые перекрестки или транспортные развязки, которые могут упростить движение и повысить скорость движения транспортного потока.

Таким образом, грамотное проектирование автомобильных дорог является неотъемлемой частью улучшения транспортной системы города Воронежа. Создание улично-дорожной сети, которая позволит наиболее эффективно использовать транспортное пространство и минимизировать затраты времени на передвижение автомобилей. При проектировании схем организации дорожного движения должны учитываться все элементы транспортной системы таких как организация мест для парковки автомобилей, ширины проезжей части и



пешеходных дорожек, что позволит снять вопросы связанные с эффективностью эксплуатации улично-дорожной сети.

В заключение можно сказать, что недостатки транспортной системы в городе Воронеже требуют немедленного внимания и принятия соответствующих мер. Установка легкого метро, проведение реконструкции автомагистралей и пересмотр дизайна кругового движения в городе являются необходимыми шагами в этом направлении. Все эти идеи и предложения основаны на конкретных исследованиях и примерах других городов, что свидетельствует о их целесообразности и эффективности. Необходимо обратить внимание не только на краткосрочные решения проблем, но и на разработку долгосрочных перспективных планов развития транспортной системы, чтобы город Воронеж мог стать более удобным и комфортным городом для своих жителей.

#### Список литературы

1. Корпач, А. А. Выбор и обоснование подвижного состава метробуса / А. А. Корпач, А. А. Корпач // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конференции. В 2 т. Т. 1. – Минск, 2020. – С. 136-139.
2. Фурсов, А. Как решить транспортные проблемы Воронежа / А. Фурсов // Сетевое издание downtown.ru. – 3 апреля. – URL: <http://downtown.ru/voronezh/city/4430>.
3. Шевелев, В. П. Формирование и развитие городской транспортной системы города Воронежа / В. П. Шевелев, А. О. Гольянова // Архитектурные исследования. 2018. № 4 (16). С. 85-94.
4. Юдин, В. Д. Городской транспорт : учебник для вузов / В. Д. Юдин, Д. С. Самойлов. – Москва : Стройиздат, 1975. – 287 с.
5. Власти Воронежа вернулись к идее легкого метро // РИА Воронеж. – 27.12.2013. – URL: <https://liski.riavrn.ru/news/vlasti-voronezha-vernulis-k-idee-legkogo-metro/>.
6. «Метробус» в Москве. Наземная альтернатива метро. – Режим доступа: <https://kakdobratsyado.ru/metrobus-v-moskve-nazemnaya-alternativa-metro/>.
7. Воронеж, Остужевское кольцо. – Режим доступа: <https://2gis.ru/voronezh/geo/70030076169895626>.

#### References

1. Korpach A. A., Korpach A. A. (2020) Choice and justification of metrobus rolling stock // Automotive and tractor manufacturing and road transport. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. In 2 vol. Vol. 1, pp. 136-139.

2. Fursov A. How to solve the transport problems of Voronezh // Network media downtown.ru. – URL: <http://downtown.ru/voronezh/city/4430>.
3. Shevelev V. P., Golyanova A. O. (2018) Formation and development of the urban transport system of the city of Voronezh // Architectural research. No. 4 (16), pp. 85-94.
4. Yudin V. D., Samoilov D. S. Urban transport : Textbook for universities. Moscow, Stroyizdat, 1975. 287 p.
5. Voronezh authorities returned to the idea of light metro. – URL: <https://liski.riavrn.ru/news/vlasti-voronezha-vernulis-k-idee-legkogo-metro/>.
6. “Metrobus” in Moscow: a ground alternative to the metro. – URL: <https://kakdobratsyado.ru/metrobus-v-moskve-nazemnaya-alternativa-metro/>.
7. Voronezh, Ostuzheva ring. – URL: <https://2gis.ru/voronezh/geo/70030076169895626>.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ОДНОСТОРОННЕГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ УЛ. КАРПИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД ВОРОНЕЖ

А.А. Яровенко, С.В. Дорохин, Э.А. Черников, Э.Н. Бусарин, Р.А. Сподарев,  
М.Н. Казачек

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,  
г. Воронеж., Россия*

**Аннотация:** На примере ул. Карпинского рассмотрены два прогнозируемых варианта при введении одностороннего движения на улично-дорожной сети города. В статье описаны положительные стороны введения одностороннего движения, а также и отрицательные, которые могут возникнуть при реализации данной схемы организации дорожного движения. После анализа нескольких предложенных вариантов было принято решение о том, что более подходящим является 2 вариант.

**Ключевые слова:** одностороннее движение, повышение пропускной способности, максимальный уровень загрузки.

## ORGANIZATION OF ONE-WAY TRAFFIC ON THE EXAMPLE OF KARPINSKY STREET, VORONEZH CITY DISTRICT

A. A. Yarovenko, S.V. Dorokhin, E.A. Chernikov, E.N. Busarin,  
R.A. Spodarev, M.N. Kazachek

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** Using the example of Karpinsky Street, two predicted options for the introduction of one-way traffic on the city's road network are considered. The article describes the positive aspects of the introduction of one-way traffic, as well as the negative ones that may arise during the implementation of this traffic management scheme. After analyzing several proposed options, it was decided that option 2 was more appropriate.

**Keywords:** one-way traffic, increased throughput, maximum load level.

При определении необходимости введения на некоторых участках улично-дорожной сети городов необходимо учитывать особенности присущие такой схеме организации дорожного движения.

Согласно существующим исследованиям, к основным положительным параметрам введения одностороннего движения относится:

- повышение безопасности дорожного движения с точки зрения отсутствия ослепления встречным транспортом при движении в темное время суток;
- повышение пропускной способности участка на котором вводится одностороннее движение;
- возможность организации дополнительных парковочных мест, при этом не происходит снижение пропускной способности.

Необходимо учитывать, что при введении одностороннего движения возникают и отрицательные параметры:

- возникновение перепробегов транспортных средств;
- на смежных участках возникает дополнительная нагрузка, и при недостаточной пропускной способности возможно образование заторов;
- при введении одностороннего движения вначале происходит увеличение ДТП и конфликтных ситуаций в следствии привыкания к новой схеме организации дорожного движения.

Для оценки был выбран участок городского округа ул. Карпинского. Этот участок улично-дорожной сети имеет важное значение для разгрузки главной магистральной улицы - Московский проспект. При этом ул. Карпинского имеет небольшую ширину, проходит через частный сектор и само покрытие находится в достаточно плохом состоянии.

Параметры участка:

- протяжённость улицы - 1,7 км от пресечения с ул. Проспект Труда до ул. Беговая,
- количество полос – 2 (по одной в каждую сторону движения).

Для определения возможности организации одностороннего движения были проведены натурные обследования ул. Карпинского в утренние «часы пик» по его итогам получены следующие результаты:

- максимальная интенсивность движения ТС – 853 тс/час;
- максимальный уровень загрузки – 85%;
- средняя интенсивность движения – 411 тс/час;

- средний уровень загрузки УДС движением – 60%.

Из-за мероприятия по организации дорожного движения на ул. Карпинского снизится уровень загрузки и увеличится скорость движения.

После этого были смоделированы параметры, которые прогнозируются при введении одностороннего движения на рассматриваемом участке:

- максимальная интенсивность движения– 1413 автомобилей в час;
- максимальный уровень загрузки УДС движением – 0,64;
- средняя интенсивность движения – 735 автомобиля в час;
- средний уровень загрузки УДС движением транспорта – 0,55.

В табл. 1 представлены сравнительные показатели прогнозного распределения потоков после моделирования вариантов организации одностороннего движения по ул. Карпинского.

Таблица 1 - Сравнительная таблица эффективности вариантов

№ п/п	Показатель	Базовый вариант	№ 1	№ 2
1	Интенсивность движения	853	686	1413
2	Уровень загрузки	85	46	64
3	Скорость движения (минимальная)	6	22	12
4	Усредненная интенсивность движения	411	303	735
5	Средний уровень загрузки УДС движением	60	34	55
6	Средняя скорость движения	23	34	20

После анализа полученных результатов наиболее предпочтительным является второй вариант. Реализация этого варианта позволит повысить интенсивность движения, реализовать более загруженный уровень загрузки. В связи с этим введение одностороннего движения на ул. Карпинского позволит разгрузить Московский проспект, повысить пропускную способность самой улицы Карпинского, и снизить конфликтные точки на рассматриваемом участке.

#### Список литературы

1. Мероприятия по снижению скоростного режима транспортных средств на отдельных участках улично-дорожной сети / Р. А. Сподарев, Е. А. Кубряков, С. Р. Сподарев // Перспективы развития и основные вопросы в науке : Материалы

Национальной научно-практической конференции ; отв. редактор В. А. Зеликов. – Воронеж, 2023. – С. 13-18.

2. Проектирование парковочного пространства в мегаполисах с учетом топологии городов / Р. А. Сподарев, Б. А. Сидоров, Е. А. Кубряков, А. М. Карандеев // Актуальные вопросы и перспективы развития современной науки : Материалы Национальной научно-практической конференции ; отв. редактор В. А. Зеликов. – Воронеж, 2022. – С. 47-52.

3. Особенности и рекомендации по проектированию околотротуарных и внеуличных стоянок автомобильного транспорта в г. Воронеже / Р. А. Сподарев, В. П. Белокуров // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2021. – С. 194-198.

## References

1. Meropriyatiya po snizheniyu skorostnogo rezhima transportnykh sredstv na otdel'nykh uchastkakh ulichno-dorozhnoy seti / R. A. Spodarev, Ye. A. Kubryakov, S. R. Spodarev // Perspektivy razvitiya i osnovnyye voprosy v nauke : Materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii ; otv. red. V.A. Zelikov. – Voronezh, 2023. – S. 13-18.

2. Proyektirovaniye parkovochnogo prostranstva v megapolisakh s uchetom topologii gorodov / R. A. Spodarev, B. A. Sidorov, Ye. A. Kubryakov, A. M. Karandeyev // Aktual'nyye voprosy i perspektivy razvitiya sovremennoy nauki : Materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii ; otv. red. V. A. Zelikov. – Voronezh, 2022. – S. 47-52.

3. Osobennosti i rekomendatsii po proyektirovaniyu okolotrotuarnykh i vneulichnykh stoyanok avtomobil'nogo transporta v g. Voronezhe / R. A. Spodarev, V. P. Belokurov // Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya. materialy XIV Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. – Tyumen', 2021. – S. 194-198.

## ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПАССАЖИРСКИХ АВТОПЕРЕВОЗОК В БОЛЬШИХ ГОРОДАХ

К.А. Закурдаева, В.П. Белокуров, М.А. Бузунов,  
Е.Н. Пенькин, А.А. Ситников

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** Одним из основных направлений совершенствования прогнозирования работы пассажирского автотранспорта в отдельных районах больших городов является разработка комплексных планов функционирования отдельных звеньев системы транспортного обслуживания. С этой целью рассматривается система транспортного обслуживания, её структура, информационное обеспечение каждой подсистемы, взаимозависимость подсистем и параметры функционирования.

**Ключевые слова:** рост численности населения, пассажирские перевозки, транспортная сеть, подвижность населения, качество обслуживания, динамика, автотранспортное обслуживание.

## FEATURES OF SOLVING PASSENGER TRANSPORTATION TASKS IN LARGE CITIES

K.A. Zakurdaeva, V.P. Belokurov, M.A. Buzunov,  
E.N. Penikin, A.A. Sitnikov

*Voronezh State University of Forestry  
and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** One of the main directions for improving the forecasting of passenger transport operations in certain areas of large cities is the development of comprehensive plans for the functioning of individual links in the transport service system. To achieve this goal, the transportation service system, its structure, the information support of each subsystem, the interdependence of subsystems, and operating parameters are considered.

**Keywords:** population growth, passenger transportation, transportation network, population mobility, service quality, dynamics, automotive service.

В настоящее время происходит рост численности населения в городах и, соответственно, объёма пассажирских перевозок, а также происходит

совершенствование транспортной сети и расширение транспортных связей между отдельными районами городов. Это приводит к существенному усложнению процессов планирования пассажирских перевозок, особенно для больших городов.

Одним из основных направлений совершенствования перевозок на автотранспорте в этом случае является создание систем взаимоувязанных планов работы в отдельных её элементах. В системе автотранспортного обслуживания населения можно выделить три подсистемы: население, районы города и пассажирский автотранспорт.

Анализ состояния исследуемой системы больших городов показывает, что дальнейшее развитие отдельных элементов больших городов должно осуществляться по сбалансированным планам с использованием экономико-математических методов и средств вычислительной техники.

Под структурой системы транспортного обслуживания населения подразумевается совокупность элементов системы и связей между ними. Основными характеристиками данной системы являются [1]:

- пассажиропотоки, заявки на обслуживание, их распределение во времени и пространстве;
- численность населения в отдельных районах больших городов и его подвижность;
- размещение мест «притяжения» населения в районах города (рынки, магазины, предприятия и т.д.);
- необходимое наличие пассажирского автотранспорта;
- возможности освоения капитальных вложений на развитие материально-технической базы пассажирского автотранспорта и его возможности замены и пополнения.

Состояние этих характеристик зависит от поведения указанных выше трёх подсистем.

Подсистема «население» является основным потребителем транспортных услуг. Требования, которые эта подсистема предъявляет в целом ко всей системе, сводятся к удовлетворению спроса на транспортное обслуживание, которое заключается в выполнении заданного объема перевозок, в обеспечении



комфортности при перевозках, в стоимости проезда согласно существующему тарифу.

Информационным входом в подсистему «население» является прогнозная оценка роста населения в целом в большом городе и в отдельных его районах. Выходом из подсистемы являются прогнозные данные о пассажиропотоках в районах города по направлениям [4].

Подсистеме «население» присуща сложная динамика, связанная с сезонными колебаниями, с тяготением к административным центрам, рынкам и другим местам тяготения. Это обстоятельство плохо поддается учёту и формализации, что осложняет прогнозирование пассажиропотоков.

Отдельные районы в крупных городах представляют собой сложную многоэлементную неоднородную динамическую систему, в которой передвижение населения не постоянно по времени года, дням недели и по времени суток.

Основное требование подсистемы «население» к работе пассажирского автотранспорта – это полное удовлетворение населения в перевозках, что является актуальным, так как содействует одному из главных направлений развития экономики: повышение благосостояния жизни народа.

Подсистема «пассажирский автотранспорт» включает в себя автотранспортные предприятия, основной задачей которых является обеспечение пассажирских перевозок [2]. Основными показателями деятельности подсистемы «пассажирский автотранспорт» являются:

- текущие затраты на перевозку пассажиров;
- эксплуатационные затраты на содержание и обслуживание пассажирского автотранспорта;
- капитальные вложения для пополнения и обновления парка пассажирского автотранспорта;
- технико-эксплуатационные характеристики пассажирского автотранспорта;
- качество и уровень удовлетворения потребности в поездках населения.

Потребность в передвижениях формируется в виде пассажиропотоков по отдельным направлениям. Для данной подсистемы «пассажирский автотранспорт» одной из актуальных и основных задач является решение вопроса соответствия

парка автомобильного пассажирского транспорта перспективным (прогнозируемым) объемам пассажирских перевозок и рациональное распределение капитальных вложений, необходимых для пополнения и обновления состава пассажирского автотранспорта.

Перспективное прогнозирование развития системы транспортного обслуживания районов больших городов представляет собой процесс, с помощью которого данная система приспособливает свой пассажирский автотранспорт к изменению внешних и внутренних условий. Функция прогнозирования включает определение цели систем автотранспортного обслуживания населения её элементов, определение параметров пассажиропотоков, анализ и распределение их по районам больших городов, прогноз их значений, анализ состояния парка пассажирского автотранспорта и соответствия его прогнозным оценкам пассажиропотоков, пополнение и обновление ресурсов пассажирского автотранспорта с освоением необходимых для этого капитальных вложений.

Функция цели данной системы определяется как минимизации текущих, эксплуатационных и капитальных затрат, необходимых для освоения перспективного пассажиропотока по каждому направлению при условии соблюдения комфортности перевозок. Комфортностью в данном случае является состояние автотранспорта и транспортной сети, степень наполнения автотранспорта и его регулярность движения, время поездки пассажиров и т.д.

Целью прогнозирования развития системы является удовлетворение спроса пассажиров на перевозки. Качество функционирования системы транспортного обслуживания определяется в результате оценки уровня удовлетворения требованиям, предъявляемыми подсистемами «население», «районы больших городов», «пассажирский автотранспорт».

Система обслуживания населения при перевозках городским пассажирским автотранспортом при своем описании используют следующие параметры [3]:

- направление пассажиропотоков,  $j$ ;
- количество типов пассажирского автотранспорта,  $i$ ;
- количество автотранспортных предприятий,  $k$ ;
- количество пассажирского автотранспорта типа  $i$  –  $A_{ik}$ ;

- пассажирский поток по направлению,  $R_j$ ;
- количество населения в отдельных районах больших городов,  $P_j$ ;
- общий пассажиропоток в отдельных районах больших городов,  $Q$ ;
- технические характеристики пассажирского автотранспорта: вместимость  $q_i$ , коэффициент наполнения пассажирского автотранспорта по определённому направлению,  $\gamma_{ij}$ ;
- тарифы на перевозку пассажиров,  $T_{ij}$ ;
- эксплуатационные и единовременные затраты на содержание, обновления и пополнения парка транспортных средств,  $S_i$ ;

Задача по прогнозированию развития системы заключается в удовлетворении спроса на перевозку пассажиров при достижении минимума функции, зависящей от затрат на перевозку населения и содержание автотранспортных средств, то есть [4]:

$$F = \min \psi(T_{ij}, S_i, X_{ij}) \quad (1)$$

при соблюдении следующих условий

$$\sum_i X_{ij} = R_j \text{ при } \sum_j R_j = Q \quad (2)$$

при этом должен быть удовлетворён спрос на пассажирские автоперевозки по всем направлениям:

$$\frac{\sum_j X_{ij}}{q_i \gamma_{ij}} = A_{ik} \text{ (или } \sum_j X_{ij} / q_i \gamma_{ij} \text{)} \quad (3)$$

Где  $X_{ij}$  – объем перевозок, соответствующий направлению движения и типу пассажирского автотранспорта.

Следует отметить, что перевозки осуществляются только имеющимися в автотранспортном предприятии типами пассажирского автотранспорта.

Прогнозирования пассажирских перевозок в такой системе осуществляется следующим образом.

Устанавливается влияние подсистемы «население» и «районы города» на значение ( $R_j$ ), которые взаимосвязаны со значением ( $P_j$ ). Подсистема «пассажирский автотранспорт» в свою очередь влияет на значение ( $A_{ik}$ ) и ( $\gamma_{ij}$ ), находящихся в зависимости от значения ( $R_j$ ). Определяется тариф на перевозку пассажиров ( $T_{ik}$ ).

Задача по прогнозированию пассажирских перевозок автотранспортом сводится к поиску решения, удовлетворяющего взаимодействию величин ( $R_j$ ,  $A_{ik}$ ,  $T_{ik}$ ,  $S_i$ ), которые обеспечивают решение задачи (1) - (3) при заданных прогнозных оценках ( $P_j$ ) и количестве направлений пассажиропотоков.

Каждая подсистема характеризуется своим набором задач, комплексное решение которых позволит улучшить транспортное обслуживание населения.

#### Список литературы

1. Белокуров С. В., Белокуров В. П. Оптимизация многоцелевых транспортных задач при использовании алгоритма анализа и отсева на итерациях поиска решений // Транспорт: наука, техника, управление. – Москва: ВИНТИ РАН. – №6. – 2009. – С. 2-4.
2. Белокуров С. В., Скрыль С. В., Белокуров В. П. Особенности модели оптимального управления процесса отсева решений на базе синтеза теории выбора в транспортных системах // Транспорт. Наука, техника, управление: науч. информ. сб. РАН. – Москва : ВИНТИ, 2010. – № 1. – С. 5-9.
3. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений / О. И. Ларичев. – Москва : Логос, 2000. – 296 с.
4. Белокуров В. П., Белокуров С. В., Скрыль С. В. Принятие решений для эффективного управления транспортными системами на основе ситуаций выбора // Транспорт: наука, техника, управление: Научный информационный сборник ВИНТИ РАН. – №2. – 2010. – С. 6-12.

#### References

1. Belokurov S. V., Belokurov V. P. Optimization of multi-objective transportation problems using the algorithm of analysis and screening on iterations of solution search // Transport: science, technology, management. – Moscow : VINITI RAN. – No. 6. – 2009. – P. 2-4.
2. Belokurov S. V., Skryl S. V., Belokurov V. P. Features of the model of optimal control of the screening process based on the synthesis of choice theory in transportation systems // Transport. Science, technology, management: scientific information collection. RAS. – Moscow : VINITI, 2010. – No. 1. – P. 5-9.
3. Larichev, O. I. Theory and methods of decision making. – Moscow : Logos, 2000. – 296 p.
4. Belokurov V. P., Belokurov S. V., Skryl S. V. Decision making for effective management of transport systems based on choice situations // Transport: science, technology, management: Scientific information collection VINITI RAN. – No. 2. – 2010. – P. 6-12.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЧАЙНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ КНР

Ань Синь, О.Ю. Булатова

*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

**Аннотация:** Перевозка чайной продукции на территории КНР является важным аспектом экономики Китая. Сложная логистическая цепь, требования к перевозке чайной продукции и прочие особенности доставки чая требуют инновационного подхода для сохранения конкурентоспособности на мировом рынке. Современные цифровые технологии в сфере производства и доставки позволяют обеспечить конкурентоспособность китайских предприятий.

Рассматриваемые в данной статье цифровые сервисы, применяемые для производства, складирования и сбыта чайной продукции, позволяют повысить качество и скорость функционирования логистической цепи. Также в данной статье рассматриваются основные аспекты, необходимые для внедрения цифровых сервисов на логистических предприятиях.

**Ключевые слова:** логистика, цифровые логистические сервисы, доставка чайной продукции, экология, загрязнение окружающей среды

## THE OF DIGITAL TECHNOLOGIES USAGE IN THE TEA PRODUCTS DISTRIBUTION IN CHINA

An Xin, O.Y. Bulatova

*Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia*

**Abstract:** Transportation of tea products in China is an important aspect of the Chinese economy. The complex logistics chain, the requirements for the tea products transportation and other features of tea delivery require an innovative approach to maintain competitiveness in the global market. Modern digital technologies in the field of production and delivery make it possible to ensure the competitiveness of Chinese enterprises. The digital services considered in this article, used for the production, warehousing and marketing of tea products, can improve the quality and speed of the logistics chain. This article also discusses the main aspects necessary for the introduction of digital services in logistics enterprises.

**Keywords:** logistics, digital logistics services, delivery of tea products, ecology, environmental pollution

Цифровые сервисы в различных секторах экономики имеют широкое применение на территории КНР. На современном этапе для внедрения и развития цифровых сервисов, в Китае выделяют следующие необходимые составляющие:

1. Технологии. Такие технологии как интернет вещей (IoT), облачные вычисления, большие данные и искусственный интеллект являются основой развития цифровых сервисов в логистике.

2. Управление данными. Важным аспектом в реализации цифровых логистических сервисов является непрерывный поток и обмен информацией.

3. Искусственный интеллект. С помощью технологий искусственного интеллекта цифровые сервисы в логистике могут обеспечить интеллектуальное принятие решений при реализации перевозок.

Внедрение цифровых сервисов при производстве и сбыте чая на территории Китая становится всё более популярным. Рассмотрим основные направления применения цифровых сервисов на различных этапах производства и доставки чая [1]:

1. Складирование. Такая специфическая продукция как чай, требует специального хранения. Цифровой склад обеспечивает более безопасный и эффективный метод хранения чая, позволяет избежать некоторых ошибок и позволяет менеджерам склада хранить информацию в режиме реального времени через серверную систему управления, которая фиксирует входящие потоки продукции, исходящие и текущее местоположение продукции для обеспечения точного отслеживания и управления запасами. Цифровой склад также может использовать различные визуальные данные для ведения статистики и раннего информирования об уровнях запасов, поступающих и отправляемых товарах, оценке сотрудников и т. д. [2].

2. В производственных и перерабатывающих звеньях цифровой цепочки поставок компании могут эффективно корректировать и оптимизировать производственное и операционное поведение чайных компаний, внедряя передовые информационные технологии или создавая чайную экспертную систему для сортировки чайного сырья.

3. Сбыт чайной продукции. Платформа цифрового маркетинга изменила предыдущую модель продаж с участием розничных магазинов и посредников,

напрямую связывая чайные компании с потребителями. Подобные технологии анализа данных могут точно определять тенденции предпочтений потребителей и прогнозировать будущие потребности, что позволяет осуществить оптимизацию планов производства и переработки продукции.

Предприятиям необходимо осуществлять цифровизацию не только каждого отдельного этапа производства и доставки чайной продукции, но также применять цифровые технологии ко всей цепочке поставок, например, создавать систему управления ресурсами предприятия (ERP), что обеспечит стабильность всей цепочки [3-5]. В сфере распределения чайной продукции необходимо создать омни-канальную облачную систему продаж (включает в себя склад, точки сбыта, оформление заказов, партнерство, микро-маркетинг, электронную коммерцию предприятия, прямые трансляции и т.д.), онлайн-логистику (включает в себя: инвентаризацию, упаковку, доставку, перераспределение, пополнение запасов, возврат, распределение и т.д.), онлайн-финансы (включает в себя: оплату, расчет, финансирование, депозиты, переводы и т.д.). Такой подход обеспечит многоканальность, вариативность оплаты, вариативное распределение продукции и в конечном итоге позволит достичь цели цифрового управления всей цепочкой поставок чайной продукции (рис. 1).



Рисунок 1 – Многоканальная система интеграции производства и сбыта чайной продукции

Развитие цифровых технологий, позволило преодолеть несоответствие продукции производства и потребительского спроса, низкую эффективность работы каждого узла в цепочке поставок и циркуляции информационных ресурсов между узлами. В будущем эффективное внедрение и устойчивое развитие цифровых операций может быть достигнуто за счет увеличения привлечения квалифицированных кадров в области цифровых сервисов, построения платформы цифрового маркетинга и создания цифровой цепочки поставок.

#### Список литературы

1. Булатова, О. Ю. Решение основных задач последней мили в транспортно-логистических системах / О. Ю. Булатова, А. А. Петренко // Перспективы развития технологий транспортных процессов : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 01 марта 2022 года / Отв. редактор В.А. Зеликов. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. – С. 9-13. – DOI 10.34220/PDTRT2022\_9-13. – EDN DHWVPJ.

2. Development of a method for evaluation of the efficiency of the coordinated type of management as referred to main streets / S. V. Dorokhin, V. A. Ivannikov, D. V. Likhachev, A. Yu. Artemov // E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference “Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering” (ERSME-2023), Rostov-on-Don, Russia, 01–03 марта 2023 года. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2023. – P. 04016. – DOI 10.1051/e3sconf/202337604016. – EDN PGEFSJ.

3. Шевцова, А. Г. Оценка экологических показателей транспортных потоков при изменении планов управления / А. Г. Шевцова, В. В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-1(82). – С. 101-107. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-3-1(82)-101-107.

4. Зырянов, В. В. Коэффициент эталонности пространственно-геометрических характеристик маршрута / В. В. Зырянов, Т. А. Ветрова // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 2(77). – С. 46-53. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-77-2-46-53. – EDN IUFVXU.

5. Булатова, О. Ю. Принципы функционирования транспортной инфраструктуры в умных городах / О. Ю. Булатова // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-1(78). – С. 73-78. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-1(78)-3-73-78. – EDN LUOATD.

#### References

1. Bulatova, O. YU. Reshenie osnovnykh zadach poslednej mili v transportno-logisticheskikh sistemah / O. YU. Bulatova, A. A. Petrenko // Perspektivy razvitiya tekhnologij transportnykh processov : Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Voronezh, 01 marta 2022 goda / Otв. redaktor V.A. Zelikov. – Voronezh:



Voronezhskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet im. G.F. Morozova, 2022. – S. 9-13. – DOI 10.34220/PDTPT2022\_9-13. – EDN DHWVPJ.

2. Development of a method for evaluation of the efficiency of the coordinated type of management as referred to main streets / S. V. Dorokhin, V. A. Ivannikov, D. V. Likhachev, A. Yu. Artemov // E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference “Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering” (ERSME-2023), Rostov-on-Don, Russia, 01–03 marta 2023 goda. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2023. – P. 04016. – DOI 10.1051/e3sconf/202337604016. – EDN PGEFSJ.

3. SHEvcova, A. G. Ocenka ekologicheskikh pokazatelej transportnyh potokov pri izmenenii planov upravleniya / A. G. SHEvcova, V. V. Vasil'eva // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. – 2023. – № 3-1(82). – S. 101-107. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-3-1(82)-101-107.

4. Zyryanov, V. V. Koefficient etalonnosti prostranstvenno- geometricheskikh harakteristik marshruta / V. V. Zyryanov, T. A. Vetrova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. – 2022. – № 2(77). – S. 46-53. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-77-2-46-53. – EDN IUFXU.

5. Bulatova, O. YU. Principy funkcionirovaniya transportnoj infrastruktury v umnyh gorodah / O. YU. Bulatova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. – 2022. – № 3-1(78). – S. 73-78. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-1(78)-3-73-78. – EDN LUOATD.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ДОРОЖНЫХ СЕРВИСОВ НА ПРИМЕРЕ МОСТА ЯНПУ (КНР)

Ма Иньпин, О.Ю. Булатова

*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

**Аннотация:** Цифровые дорожные сервисы – это использование информационных технологий и беспроводных средств связи, таких как Интернет, для осуществления интеллектуальных, автоматизированных и сетевых преобразований в сфере транспорта с целью достижения эффективного, безопасного, удобного и устойчивого развития транспортной системы. В связи с ускорением процесса урбанизации, ростом населения и увеличением количества транспортных средств традиционные методы управления дорожным движением оказались не в состоянии удовлетворить растущий спрос на поездки. В данной статье рассматриваются примеры цифровых дорожных сервисов, которые предоставляет мост Янпу в Китае.

**Ключевые слова:** цифровые дорожные сервисы, интеллектуальные транспортные системы, интернет вещей, кооперативные интеллектуальные транспортные системы

## IMPLEMENTATION OF DIGITAL ROAD SERVICES ON THE EXAMPLE OF THE YANGPU BRIDGE (CHINA)

Ma Inpin, O.Y. Bulatova

*Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia*

**Abstract:** Digital road services are the use of information technology and wireless communications such as the Internet to implement intelligent, automated and network transformations in the field of transport in order to achieve efficient, safe, convenient and sustainable development of the transport system. Due to the acceleration of the urbanization process, population growth and an increase in the number of vehicles, traditional traffic management methods have not been able to meet the growing demand for travel. Therefore, digital road services have appeared, which have become an integral part of the future urban development. This article discusses examples of the use of digital road services in China.

**Keywords:** digital road services, intelligent transport systems, Internet of things, cooperative intelligent transport systems

Цель внедрения цифровых дорожных сервисов заключается в том, чтобы пользователи, транспортные средства и дорожная инфраструктура функционировали в тесном и гармоничном взаимодействии, значительно повышая эффективность перевозок, обеспечивая безопасность движения, улучшая качество окружающей среды и затраты энергетических ресурсов. Фокус внимания при реализации цифровых дорожных сервисов направлен на пользователей дорог, т.е. используются передовые технологии для предоставления пользователям дорог необходимой информации для снижения загруженности дорог, что позволяет достичь повышения пропускной способности улично-дорожной сети. Цифровые дорожные сервисы включают в себя интеллектуальное управление дорожным движением, интеллектуальную маршрутизацию, интеллектуальные транспортные технологии и туристические услуги.

Инновации в области применения цифровых дорожных сервисов на территории Китая достигли значительного прогресса. В настоящий момент стремительно развиваются кооперативные интеллектуальные транспортные системы.

Шанхайский центр развития автомобильного транспорта активно реализует китайскую программу "Стратегическое развертывание сильного транспортного государства", продвигает модернизацию управления с оцифровкой управления и создает "Облачный дорожный центр" (цифровой мозг транспортного узла Шанхая, реализующий управление городскими мостами). Он охватывает четыре основные области: управление дорогами, управление транспортными услугами, динамический контроль безопасности и статический контроль движения, формируя "умный мозг" для управления дорожным транспортом.

"Мост Янпу" - главная транспортная артерия через реку Хуанпу, ключевой участок дороги и объект для мониторинга автомобильного транспорта. Благодаря созданию цифрового двойника, отображающего работу моста, была сформирована нейронная система, которая представляет собой "физическое соединение в сеть", "цифровое соединение и совместное использование" и "интеллектуальное соединение и интеграцию", и вместе с "Облачным дорожным центром" формирует

всестороннюю визуализацию движения транспортных потоков на территории моста в режиме реального времени.

На мосту было установлено более 1100 точек сбора данных о структурной безопасности, которые в режиме реального времени отслеживают скорость ветра, вибрацию земли и другие данные об окружающей среде, а также осуществляют контроль движения транспортных средств по мосту в режиме реального времени. Как только запрещенные транспортные средства (включая транспортные средства, перевозящие опасные грузы, транспортные средства превышающие весо-габаритные нормы и т.д.) окажутся на мосту, их номерные знаки, время въезда и другие данные в течение двух секунд будут переданы в цифровую систему контроля перевозок опасных грузов "Облачного дорожного центра", и в режиме реального времени будет инициировано правоприменение за пределами моста.

С целью реализации цифровых дорожных сервисов, мост был оснащен 200 комплектами оборудования. Это оборудование включает в себя: видео мониторинг, динамическое взвешивание транспортных средств, метеостанции, мониторинг и анализ движения транспортных средств, мониторинг условий эксплуатации транспортной инфраструктуры и фиксация дорожно-транспортных происшествий в режиме реального времени, динамическое моделирование движения транспортных средств и т.д. Также реализуется оптимизация решений по обслуживанию пользователей на основе моделей предиктивного анализа, что позволяет сэкономить от 10 до 20 % ежедневных расходов на обслуживание; с точки зрения удобства передвижения населения "Облачный дорожный центр" реализовывает такие сервисы, как бронирование парковки, поэтапное совместное использование и оплата парковки.

Внедрение цифровых дорожных сервисов подразумевает использование современных информационных и коммуникационных технологий, технологий обработки данных, обмен данными между транспортными средствами и транспортной инфраструктурой, интернета и других возможностей подключения.

В настоящее время в Китае быстро развиваются цифровые технологии в транспортной отрасли, в сочетании с технологией связи 5G, ожидается, что объем рынка цифровых дорожных сервисов в 2025 году превысит 80 миллиардов юаней. В

этой сфере также стремительно развивается большое количество местных компаний, таких как Ningde Times, KDDI, Wanjie Technology и др.

### Список литературы

1. Булатова, О. Ю. Транспортное обслуживание в туристической логистике / О. Ю. Булатова, В. В. Зырянов, Е. Г. Веремеенко. – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2022. – 56 с. – ISBN 978-5-7890-2045-6. – EDN SOKUNA.

2. Зырянов, В. В. Применение макроскопической фундаментальной диаграммы транспортного потока с использованием данных системы видеонаблюдения на улично-дорожной сети Г. Цзинань КНР / В. В. Зырянов, Х. Цзянг // Десятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2021) : Труды конференции (электронное издание), Санкт-Петербург, 20–22 октября 2021 года / ред. Плотников А.М., Долматов М.А., Смирнова Е.П. – Санкт-Петербург : АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», 2021. – С. 574-580. – EDN FZKYSF.

3. Лихачев, Д. В. Анализ основных методов, применяемых в зарубежных методиках расчета светофорного цикла / Д. В. Лихачев, С. В. Дорохин, А. Ю. Артемов // Актуальные вопросы и перспективы развития современной науки : Материалы Национальной научно-практической конференции, Воронеж, 15 марта 2022 года / отв. редактор В. А. Зеликов. – Воронеж, 2022. – С. 53-58. – DOI 10.34220/CIPDMS2022\_53-58. – EDN ТТКСВО.

4. Шевцова, А. Г. Оценка экологических показателей транспортных потоков при изменении планов управления / А. Г. Шевцова, В. В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-1(82). – С. 101-107. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-3-1(82)-101-107.

5. Булатова, О. Ю. Задачи организации дорожного движения при возникновении инцидентов во время проведения городских массовых мероприятий / О. Ю. Булатова, В. В. Зырянов // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 4-1(83). – С. 67-73. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-4-1(83)-67-73. – EDN TJWEAI.

### References

1. Bulatova, O. YU. Transportnoe obsluzhivanie v turisticheskoy logistike / O. YU. Bulatova, V. V. Zyryanov, E. G. Veremeenko. – Rostov-na-Donu : Donskoj gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2022. – 56 s. – ISBN 978-5-7890-2045-6. – EDN SOKUNA.

2. Zyryanov, V. V. Primenenie makroskopicheskoy fundamental'noj diagrammy transportnogo potoka s ispol'zovaniem dannyh sistemy videonablyudeniya ulichno-dorozhnoj seti G. Czinan' KNR / V. V. Zyryanov, H. Czyang // Desyataya vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya po imitacionnomu modelirovaniyu i ego primeneniyu v nauke i promyshlennosti «Imitacionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika»

(IMMOD-2021) : Trudy konferencii (elektronnoe izdanie), Sankt-Peterburg, 20–22 oktyabrya 2021 goda / eds. Plotnikov A.M., Dolmatov M.A., Smirnova E.P. – Sankt-Peterburg : AO «Centr tekhnologii sudostroeniya i sudoremonta», 2021. – S. 574-580. – EDN FZKYSF.

3. Lihachev, D. V. Analiz osnovnykh metodov, primenyaemykh v zarubezhnykh metodikah rascheta svetofornogo cikla / D. V. Lihachev, S. V. Dorohin, A. YU. Artemov // Aktual'nye voprosy i perspektivy razvitiya sovremennoj nauki : Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, Voronezh, 15 marta 2022 goda / otv. redaktor V. A. Zelikov. – Voronezh, 2022. – S. 53-58. – DOI 10.34220/CIPDMS2022\_53-58. – EDN TTKCWO.

4. Shevcova, A. G. Ocenka ekologicheskikh pokazatelej transportnykh potokov pri izmenenii planov upravleniya / A. G. Shevcova, V. V. Vasil'eva // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. – 2023. – № 3-1(82). – S. 101-107. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-3-1(82)-101-107.

5. Bulatova, O. YU. Zadachi organizacii dorozhnogo dvizheniya pri vozniknovenii incidentov vo vremya provedeniya gorodskih massovykh meropriyatij / O. YU. Bulatova, V. V. Zyryanov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. – 2023. – № 4-1(83). – S. 67-73. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-4-1(83)-67-73. – EDN TJWEAI.

**ПОДХОДЫ К СБОРУ ТРАНСПОРТНЫХ ДАННЫХ В «УМНЫХ ГОРОДАХ»****Ху Лижу, О.Ю. Булатова***ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

**Аннотация:** «Умный город» – это город, который использует различные информационные технологии или инновационные концепции для соединения и интеграции своих систем и сервисов с целью повышения эффективности использования ресурсов, оптимизации городского управления и предоставления услуг, а также улучшения качества жизни горожан. При переходе города в статус умного города, происходит цифровая трансформация всех городских инфраструктур. В данной статье рассматривается, каким образом цифровая трансформация оказывает влияние на городскую транспортную инфраструктуру и какие новые требования к ней предъявляются.

**Ключевые слова:** интеллектуальные транспортные системы, умные города, умная транспортная инфраструктура, организация дорожного движения

**APPROACHES TO TRANSPORT DATA COLLECTING IN SMART CITIES****Hu Liru, O.Y. Bulatova***Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia*

**Abstract:** A smart city is a city that uses various information technologies or innovative concepts to connect and integrate its systems and services to improve the resource usage efficiency, optimize urban management and service delivery, and improve the quality of citizen's life. When a city transitions to the status of a smart city, a digital transformation of all urban infrastructures occurs. This article examines how digital transformation is impacting urban transport infrastructure and what new requirements are being placed on it.

**Keywords:** intelligent transport systems, smart cities, smart transport infrastructure, traffic management

Многие современные города стремятся к статусу умного города. Однако на данный момент отсутствуют четкие критерии определения статуса умного города и стандартизации в этой области. Основной задачей системы стандартов для умных городов является определение общей системы планирования. В рамках

национального продвижения новейших технологий, Китай участвует в международной стандартизации умных городов. Также в Китае была сформирована система для умных городов, включающая терминологические определения, эталонные модели, показатели оценки качества и эффективности, платформы поддержки пользователей, управление данными, требования к городским инфраструктурам, эксплуатацию и управление и т. д. [1].

При оптимизации стандартов транспортной инфраструктуры, связанной с умными городами, информационная инфраструктура, включающая в себя оборудование для сбора данных и сети передачи данных, также должна быть включена в содержание требований к проектам. Системы мониторинга транспортных потоков должна быть оптимизирована путем автоматизированного сбора данных. Таким образом, ставится цель создания системы открытых информационных ресурсов. Данная система обеспечит надежную стандартную систему предоставления информации для органов власти, операторов, предприятий, организаций и частных лиц, а также совместное использование данных о городской инфраструктуре, помогая повысить уровень информатизации города и устранить информационные silos, тем самым делая наш город умнее.

Умная городская инфраструктура – это стратегический объект, который объединяет в себе сбор, передачу, хранение и обработку данных, и является основой для развития строительства умных городов [2-5].

Система BIM – это полная трехмерная пространственная информационная модель городской инфраструктуры, которая интегрирует информацию о различных процессах в единую модель данных. Данная система представляет собой комбинацию "данные ГИС высокого уровня + данные BIM низкого уровня". Предполагается, что данная система будет координировать строительство умного города при помощи моделирования данных для оценки результатов строительства умного города и управления функционированием умного города. Платформы BIM для различных сценариев формируют нейроны "мозга" умного города, способствуя динамичной оцифровке города.



На современном этапе развития умных городов технология 5G способствует развитию кооперативных интеллектуальных транспортных систем, которые позволяют своевременно получать уведомления о дорожных условиях.

«Умные столбы» – это модульные сооружения, которые оснащают различными приборами и датчиками в зависимости от особенностей того района, где их планируют устанавливать. Умный столб объединяет базовые станции 5G, уличные фонари, мониторинг окружающей среды, мониторинг условий безопасности, светодиодные экраны, зарядные устройства, WI-FI и другие многофункциональные устройства на одной консоли, и включает в себя интеллектуальные функциональные модули. Умные столбы расширяют возможности сбора и анализа данных.

На основе строительства площадок базовых станций, электроснабжения и других вспомогательных объектов, многоэтапный и многомерный подход к стандартам, функциям, эксплуатации и обслуживанию умных городов заложит прочный фундамент для реализации будущих приложений в городах в рамках высокоскоростной сетевой связи 5G для сценариев хранения и обработки данных.

#### Список литературы

1. Bulatova, O. Using big data in smart cities transportation systems / O. Bulatova // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 371. – P. 06009. – DOI 10.1051/e3sconf/202337106009. – EDN NDLAOB.

2. Булатова, О. Ю. Задачи организации дорожного движения при возникновении инцидентов во время проведения городских массовых мероприятий / О. Ю. Булатова, В. В. Зырянов // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 4-1(83). – С. 67-73. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-4-1(83)-67-73. – EDN TJWEAI.

3. Булатова, О. Ю. Принципы функционирования транспортной инфраструктуры в умных городах / О. Ю. Булатова // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-1(78). – С. 73-78. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-1(78)-3-73-78. – EDN LUOATD.

4. Жуньчжоу, В. Интеллектуальные системы управления дорожным движением / В. Жуньчжоу, В. В. Зырянов // Информационные технологии и инновации на транспорте : Материалы VII Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Орел, 18–19 мая 2021 года. Том 1. – Орел: Орловский государственный универси, 2021. – С. 157-169. – EDN XGSJJG.

5. Зырянов, В. В. Применение макроскопической фундаментальной диаграммы транспортного потока с использованием данных системы видеонаблюдения на улично-дорожной сети Г. Цзинань КНР / В. В. Зырянов, Х. Цзянг // Десятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному

моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2021) : Труды конференции (электронное издание), Санкт-Петербург, 20–22 октября 2021 года / ред. Плотников А.М., Долматов М.А., Смирнова Е.П. – Санкт-Петербург: АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», 2021. – С. 574-580. – EDN FZKYSF.

#### References

1. Bulatova, O. Using big data in smart cities transportation systems / O. Bulatova // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 371. – P. 06009. – DOI 10.1051/e3sconf/202337106009. – EDN NDLAOB.

2. Bulatova, O. YU. Zadachi organizacii dorozhnogo dvizheniya pri vozniknovenii incidentov vo vremya provedeniya gorodskih massovyh meropriyatij / O. YU. Bulatova, V. V. Zyryanov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. – 2023. – № 4-1(83). – S. 67-73. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-4-1(83)-67-73. – EDN TJWEAI.

3. Bulatova, O. YU. Principy funkcionirovaniya transportnoj infrastruktury v umnyh gorodah / O. YU. Bulatova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. – 2022. – № 3-1(78). – S. 73-78. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-1(78)-3-73-78. – EDN LUOATD.

4. ZHun'chzhou, V. Intellektual'nye sistemy upravleniya dorozhnym dvizheniem / V. ZHun'chzhou, V. V. Zyryanov // Informacionnye tekhnologii i innovacii na transporte : Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2-h tomah, Orel, 18–19 maya 2021 goda. Tom 1. – Orel: Orlovskij gosudarstvennyj universi, 2021. – S. 157-169. – EDN XGSJJG.

5. Zyryanov, V. V. Primenenie makroskopicheskoy fundamental'noj diagrammy transportnogo potoka s ispol'zovaniem dannyh sistemy videonablyudeniya ulichno-dorozhnoj seti G. Czinan' KNR / V. V. Zyryanov, H. Czyang // Desyataya vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya po imitacionnomu modelirovaniyu i ego primeneniyu v nauke i promyshlennosti «Imitacionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika» (IMMOD-2021) : Trudy konferencii (elektronnoe izdanie), Sankt-Peterburg, 20–22 oktyabrya 2021 goda / eds. Plotnikov A.M., Dolmatov M.A., Smirnova E.P. – Sankt-Peterburg: AO «Centr tekhnologii sudostroeniya i sudoremonta», 2021. – S. 574-580. – EDN FZKYSF.

Научное издание

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции

Воронеж, 15 января 2024 г.

Ответственный редактор В.А. Зеликов

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 27.03.2024. Объем данных 1,74 Мб  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»  
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8