

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ГОРЛОВКА**

ВЕСТИ
Автомобильно-дорожного института =
Bulletin of the Automobile
and Highway Institute

Международный научно-технический журнал

**Издается с октября 2004 г.
Выходит 4 раза в год**

№ 1(48), 2024

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет».

Журнал зарегистрирован Министерством информации Донецкой Народной Республики:

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ДНР Сер. ААА № 000051 от 20.10.2016 г.

Журнал внесен в **Перечень рецензируемых изданий**. Приказ Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики № 960 от 09 июля 2019 г.

В журнале опубликованы научные труды по техническим и экономическим наукам по следующим специальностям: **5.2.1.** Экономическая теория; **5.2.2.** Математические, статистические и инструментальные методы в экономике; **5.2.3.** Региональная и отраслевая экономика; **5.2.4.** Финансы; **5.2.6.** Менеджмент; **2.1.5.** Строительные материалы и изделия; **2.1.7.** Технология и организация строительства; **2.1.8.** Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей; **2.9.1.** Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте; **2.9.4.** Управление процессами перевозок; **2.9.5.** Эксплуатация автомобильного транспорта; **2.9.8.** Интеллектуальные транспортные системы; **2.9.9.** Логистические транспортные системы.

Журнал индексируется и реферируется в Science Index **РИНЦ** (<http://elibrary.ru>).

Редакционная коллегия

Главный редактор: Заглада Р. Ю. (канд. экон. наук, доц.)

Зам. главного редактора: Вовк Л. П. (д-р техн. наук, проф.)

Мищенко Н. И. (д-р техн. наук, проф.)

Ответственный секретарь: Самисько Д. Н. (канд. техн. наук)

Члены редакционной коллегии:

Ангелина И. А. (д-р экон. наук, проф.)
Андриенко В. Н. (д-р экон. наук, проф.)
Беспалов В. А. (д-р техн. наук, доц.)
Братчун В. И. (д-р техн. наук, проф.)
Волощенко А. М. (д-р экон. наук, доц.)
Дмитриченко А. И. (д-р экон. наук, проф.)
Дрозд Г. Я. (д-р техн. наук, проф.)
Жанказиев С. В. (д-р техн. наук, проф.)
Зырянов В. В. (д-р техн. наук, проф.)
Лепа Р. Н. (д-р экон. наук, проф.)
Мельникова Е. П. (д-р техн. наук, проф.)
Насонкина Н. Г. (д-р техн. наук, проф.)
Новиков А. Н. (д-р техн. наук, проф.)
Онищенко Д. О. (д-р техн. наук)
Половян А. В. (д-р экон. наук, доц.)
Полуянов В. П. (д-р экон. наук, проф.)
Попова И. В. (д-р экон. наук, доц.)
Рассоха В. И. (д-р техн. наук, доц.)
Сильянов В. В. (д-р техн. наук, проф.)
Тарарычкин И. А. (д-р техн. наук, проф.)
Терентьев А. В. (д-р техн. наук, проф.)
Ткачук П. Ю. (д-р экон. наук, доц.)
Хоменко Я. В. (д-р экон. наук, проф.)
Чаусовский А. М. (д-р экон. наук, проф.)
Чистяков И. В. (д-р техн. наук, доц.)
Якунин Н. Н. (д-р техн. наук, проф.)

Башева Т. С. (канд. техн. наук, доц.)
Быков В. В. (канд. техн. наук, доц.)
Глушко Е. С. (канд. экон. наук)
Губа В. В. (канд. техн. наук, доц.)
Гуменюк М. М. (канд. экон. наук, доц.)
Дудникова Н. Н. (канд. техн. наук, доц.)
Коновальчик М. В. (канд. техн. наук)
Кужелева А. А. (канд. экон. наук, доц.)
Курган Е. Г. (канд. экон. наук, доц.)
Легкий С. А. (канд. экон. наук, доц.)
Лихачева В. В. (канд. техн. наук, доц.)
Морозова Л. Н. (канд. техн. наук, доц.)
Николаенко В. А. (канд. техн. наук, доц.)
Никульшин С. В. (канд. техн. наук, доц.)
Самисько Т. А. (канд. техн. наук, доц.)
Селезнева Н. А. (канд. экон. наук, доц.)
Скрыпник Т. В. (канд. техн. наук, доц.)
Сытник Е. С. (канд. техн. наук)
Химченко А. В. (канд. техн. наук, доц.)
Химченко А. Н. (канд. экон. наук, доц.)
Чорноус О. И. (канд. экон. наук, доц.)
Шилин И. В. (канд. техн. наук, доц.)

Издается в соответствии с Решением ученого совета АДИ ДонНТУ. Протокол № 6 от 25.03.2024 г.

Адрес редакции: 284646, г. о. Горловка, г. Горловка, ул. Кирова, 51, Автомобильно-дорожный институт (филиал) ДонНТУ в г. Горловка.

Тел.: +7 949 331-45-58; +7 949 318-99-61.

Эл. почта: vesti-adi@e.adidonntu.ru, drukfn@rambler.ru

Интернет: vestnik.adidonntu.ru, adidonntu.ru

ISSN 1990-7796

Подписано в печать 25.03.2024 г.

Формат 60 × 84/8. Заказ № 41. Тираж 100 экз.

Печать: АДИ ДонНТУ.

Распространяется бесплатно.

© Авторы статей, 2024

© АДИ ДонНТУ, 2024

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION
AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE (BRANCH)
OF THE FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«DONETSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY» IN GORLOVKA**

ВЕСТИ
Автомобильно-дорожного института =
Bulletin of the Automobile
and Highway Institute

International scientific and technical journal

Published since October 2004
Issued four times per year

№ 1(48), 2024

Вестн Автономно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute: international scientific and technical journal / ARI DonNTU. – Donetsk, 2024. – № 1(48). – 139 p.

Founder and publisher: Donetsk National Technical University.

Journal is registered by the Ministry of Information of the Donetsk People's Republic:

Mass media registration certificate of the DPR Ser. AAA № 000051 of 20.10.2016.

Journal is included in the **List of peer-reviewed publications**. Order of the DPR Ministry of Education and Science № 960 of 09 July 2019.

The journal publishes scientific papers on technical and economic sciences in the following specialties: **5.2.1.** Economic Theory; **5.2.2.** Mathematical, Statistical and Instrumental Methods in Economics; **5.2.3.** Regional and Sectoral Economics; **5.2.4.** Finance; **5.2.6.** Management; **2.1.5.** Building Materials and Products; **2.1.7.** Construction Technology and Organization; **2.1.8.** Design and Construction of Roads, Subways, Airfields, Bridges and Transport Tunnels; **2.9.1.** Transport and Transport Technology Systems of the Country, its Regions and Cities, Production Organization in Transport; **2.9.4.** Transportation Process Management; **2.9.5.** Road transport Operation; **2.9.8.** Intelligent Transport Systems; **2.9.9.** Logistics Transport Systems.

Journal is indexed in Science Index **RISC** (<http://elibrary.ru>).

Editorial Board:

Editor-in-Chief: Zaglada R. Iu. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Deputy Editor-in-Chief: Vovk L. P. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Mishchenko N. I. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Executive Secretary: Samisko D. N. (Cand. of Tech. Sc.)

Members of the Editorial Board:

Angelina I. A. (Dr. of Econ. Sc., Prof.)

Andrienko V. N. (Dr. of Econ. Sc., Prof.)

Bespalov V. L. (Dr. of Tech. Sc., Docent)

Btratchun V. I. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Voloshchenko L. M. (Dr. of Econ. Sc., Docent)

Dmitrichenko L. I. (Dr. of Econ. Sc., Prof.)

Drozhd G. Ia. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Zhankaziev S. V. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Zyrianov V. V. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Lepa R. N. (Dr. of Econ. Sc., Prof.)

Melnikova E. P. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Nasonkina N. G. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Novikov A. N. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Onishchenko D. O. (Dr. of Tech. Sc.)

Polovian A. V. (Dr. of Econ. Sc., Docent)

Poluianov V. P. (Dr. of Econ. Sc., Prof.)

Popova I. V. (Dr. of Econ. Sc., Docent)

Rassokha V. I. (Dr. of Tech. Sc., Docent)

Silianov V. V. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Tararychkin I. A. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Terentev A. V. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Tkachuk P. Iu. (Dr. of Econ. Sc., Docent)

Khomenko Ia. V. (Dr. of Econ. Sc., Prof.)

Chausovskii A. M. (Dr. of Econ. Sc., Prof.)

Chistiakov I. V. (Dr. of Tech. Sc., Docent)

Iakunin N. N. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

Bashevaia T. S. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Bykov V. V. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Glushko E. S. (Cand. of Econ. Sc.)

Guba V. V. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Gumeniuk M. M. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Dudnikova N. N. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Konovalchik M. V. (Cand. of Tech. Sc.)

Kuzheleva A. M. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Kurgan E. G. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Legkii S. A. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Likhacheva V. V. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Morozova L. N. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Nikolaenko V. L. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Nikulshin S. V. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Samisko T. A. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Selezneva N. A. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Skrypnik T. V. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Sytnik E. S. (Cand. of Tech. Sc.)

Khimchenko A. V. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Khimchenko A. N. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Chornous O. I. (Cand. of Econ. Sc., Docent)

Shilin I. V. (Cand. of Tech. Sc., Docent)

Published in accordance with the decision of the Academic Council of the ARI DonNTU. Protocol № 6 of 25.03.2024.

Editorial address: 284646, d. Gorlovka, Gorlovka, st. Kirov, 51, Automobile and Road Institute (Branch) of DonNTU in Gorlovka.

Tel.: +7 949 331-45-58; +7 949 318-99-61.

E-mail: vesti-adi@e.adidonntu.ru, drukfnf@rambler.ru

Website: vestnik.adidonntu.ru, adidonntu.ru

ISSN 1990-7796

Signed for posting and printing 25.03.2024.

Format 60 × 84/8. Order № 41. Circulation of 100 copies.

Printed: ARI DonNTU.

Distributed free of charge.

© Authors, 2024

© ARI DonNTU, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТРАНСПОРТ	7
<i>Д. В. Николаенко, В. А. Николаенко</i>	
СХЕМА КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРШРУТА АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.....	7
<i>Д. Н. Самисько</i>	
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАНЕВРА АВТОМОБИЛЯ ПРИ ОБГОНЕ С ВОЗРАСТАЮЩЕЙ СКОРОСТЬЮ.....	14
<i>Д. Н. Самисько</i>	
МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ.....	22
<i>А. П. Вовк, Е. С. Кисель</i>	
ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗОНАНСНЫХ ВОЛНОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КУСОЧНО-НЕОДНОРОДНЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	30
<i>Н. Н. Дудникова, В. Г. Коробейник</i>	
РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕГОНОВ ГЛАВНОГО И ВТОРОСТЕПЕННОГО НАПРАВЛЕНИЙ НА ПОДХОДАХ К НЕРЕГУЛИРУЕМОМУ ПЕРЕКРЕСТКУ ДВУХПОЛОСНЫХ ГОРОДСКИХ УЛИЦ В ОДНОМ УРОВНЕ.....	39
<i>Н. Н. Дудникова, В. И. Кондрашева</i>	
РАЗРАБОТКА МЕТОДИК РАСЧЕТА ПРОПУСКНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ ПОЛОС ПЕРЕГОНА ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ.....	48
<i>Е. С. Сытник, О. В. Сафонов, Н. М. Лактионов</i>	
РАЗРАБОТКА ИНИЦИАТИВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОСЕРВИСА В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИКО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ КОНЪЮНКТУРЫ.....	60
<i>М. М. Саиян, Д. Н. Зекун</i>	
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ, ХАРАКТЕРИСТИК И МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ЭВАКУАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК	68
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ	76
<i>И. В. Шилин, А. В. Химченко</i>	
ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ НА ИЗМЕНЕНИЕ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ.....	76
<i>И. И. Бизирка</i>	
ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОШКОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА	84
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	90
<i>О. А. Дариенко, Д. Р. Цибульняк</i>	
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ	90
<i>Е. И. Харлова</i>	
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	97
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	103
<i>С. А. Легкий</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ФАКТОРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ	103
<i>Р. Ю. Заглада, О. И. Черноус, А. В. Лобанова, Т. В. Кулебякина</i>	
ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ.....	112
<i>Е. С. Глушко</i>	
ВОЗМОЖНОСТИ ВЫРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА .	122
<i>А. П. Вовк, Е. И. Куляк</i>	
ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	129

TABLE OF CONTENTS

TRANSPORT.....	7
<i>D. V. Nikolaenko, V. L. Nikolaenko</i> CONCEPT SCHEME OF MODELLING AN INFORMATION ANALYTICAL COMPLEX FOR DETERMINING THE VEHICLE ROUTE.....	7
<i>D. N. Samisko</i> DETERMINATION TECHNIQUE OF THE VEHICLE OVERTAKING MANEUVER WITH INCREASING SPEED.....	14
<i>D. N. Samisko</i> TECHNIQUE FOR IMPROVING THE ROAD FREIGHT TRANSPORT PRODUCTIVITY AND ITS PRACTICAL APPLICATION.....	22
<i>L. P. Vovk, E. S. Kisel</i> SPATIAL ANALYSIS OF RESONANT WAVE CHARACTERISTICS OF PIECEWISE INHOMOGENEOUS PARTS.....	30
<i>N. N. Dudnikova, V. G. Korobeinik</i> CAPACITY CALCULATION OF THE SECTIONS OF THE MAIN AND SECONDARY DIRECTIONS AT THE APPROACHES TO AN UNREGULATED INTERSECTIONS OF TWO-LANE CITY STREETS AT ONE LEVEL.....	39
<i>N. N. Dudnikova, V. I. Kondrasheva</i> DEVELOPMENT OF CAPACITY CALCULATION METHODS OF THE FIRST AND SECOND LANES OF A CITY STREET.....	48
<i>E. S. Sytnik, O. V. Safonov, N. M. Laktionov</i> DEVELOPMENT OF AN INITIATIVE TO TRANSFORM THE CAR SERVICE SYSTEM IN THE ECONOMIC AND POLITICAL SITUATION.....	60
<i>M. M. Saiian, D. N. Zekun</i> ANALYSIS OF DESIGNS, CHARACTERISTICS AND TEST METHODS OF ELECTRIC TROLLEYS.....	68
HIGHWAY CONSTRUCTION AND MAINTENANCE.....	76
<i>I. V. Shilin, A. V. Khimchenko</i> IMPACT OF THE ROUTINE REPAIR WORK QUALITY ON CHANGES IN THE ROAD SURFACE EVENNESS.....	76
<i>I. I. Bizirka</i> IMPACT OF DIFFERENT POWDERS ON PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ASPHALT BINDER.....	84
ENVIRONMENT PROTECTION.....	90
<i>O. L. Darienko, D. R. Tsybulniak</i> AIR POLLUTION ASSESSMENT IN URBAN AREAS AS A RESULT OF THE USE OF CERTAIN TYPES OF MILITARY EQUIPMENT.....	90
<i>E. I. Kharlova</i> ANALYSIS OF THE INQUIRIES AND OCCUPATIONAL DISEASES AT METALLURGICAL ENTERPRISES.....	97
ECONOMICS AND MANAGEMENT.....	103
<i>S. A. Legkii</i> SUBSTANTIATION OF FACTORS AND INDICATORS OF THE BUS ROUTES ATTRACTIVENESS	103
<i>R. Iu. Zaglada, O. I. Chornous, A. V. Lobanova, T. V. Kulebiakina</i> FINANCIAL STABILITY ASSESSMENT OF THE POSTAL SERVICE ORGANIZATIONS.....	112
<i>E. S. Glushko</i> DEVELOPMENT OF THE UNIVERSAL INTELLECTUAL PROPERTY AS A TOOL FOR ECONOMIC GROWTH.....	122
<i>L. P. Vovk, E. I. Kukliak</i> EVOLUTION OF THE DISTANCE LEARNING DEVELOPMENT AT AN ENGINEERING UNIVERSITY IN THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC.....	129

ТРАНСПОРТ

УДК 007.52:656.1

Д. В. Николаенко, канд. техн. наук, В. Л. Николаенко, канд. техн. наук

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

СХЕМА КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРШРУТА АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Рассматриваются концептуальные элементы схемы моделирования информационно-аналитического комплекса определения маршрута автотранспортного средства: принципы, методы, задачи, модели. Использование предложенных моделей позволит выполнить беспилотное управление транспортным потоком в экстраординарных условиях движения транспортных средств.

Ключевые слова: внешнее управление, дорожный примитив, информационное поле дорожного примитива, сенсорное поле дорожного примитива, точка маршрута

Введение

Развитие производственного комплекса государства выдвигает все новые требования к совершенствованию логистических возможностей транспортной сети, росту количества и грузоподъемности транспортных средств. Важную роль играют в этом процессе автотранспортные перевозки грузов, пассажиров. Эта потребность отражается в развитии и совершенствовании существующих транспортных систем, построении более совершенных транспортных систем, учитывающих современные достижения в области цифровизации производственных процессов – создании информационно-управляющих систем, а в последнее время систем управления с элементами искусственного интеллекта. «Начиная с 80-х годов большинство стран Европы, Азиатско-Тихоокеанского региона и США целенаправленно и систематически продвигают интеллектуальные транспортные системы (ИТС) в качестве центральной темы в осуществлении транспортной политики» [1, с. 30].

«Исследователи считают, что автопилот в машинах позволит ежегодно сократить на 250 миллионов часов нахождение людей в пути только во время поездок на работу и обратно в самых густонаселенных городах мира, благодаря чему появятся новые экономические возможности. Intel полагает, что годовой объем мирового рынка самоходных автомобилей в 2035 году составит \$800 млрд, после чего начнется взрывной рост, который и приведет к цифре в 7 триллионов к 2050 году» [2, 3].

Цель исследования – разработка схемы концепции моделирования системы управления движением транспортных средств в контексте внешнего управления на дорожном примитиве [4], а именно, определения маршрута движения транспортного средства как задачи определения количественных характеристик элементов потока управления в дискретных точках маршрута.

Основная часть

Развитие инфраструктурной базы кибернетики (расширение номенклатуры и повышение возможностей элементной базы сенсорного поля систем, достижения в области телекоммуникационных технологий, повышение качества и разнообразия математического обеспечения,

совершенствование технологий разработки программного обеспечения) актуализирует проблему беспилотного управления автотранспортными средствами.

Процесс интеллектуализации систем управления получил широкое распространение и развитие на автомобильном транспорте, несмотря на высокие материальные затраты на разработки в области ИТС и ее дорогостоящее инфраструктурное обеспечение.

Неуклонно растет доля информационно-управляющих систем с элементами искусственного интеллекта среди систем управления на автомобильном транспорте. В частности, рынок продаж беспилотных автомобилей вырастет с 330 тыс. автомобилей в 2017 году до 30,4 млн автомобилей в год к 2035 году (рисунок 1) [5].

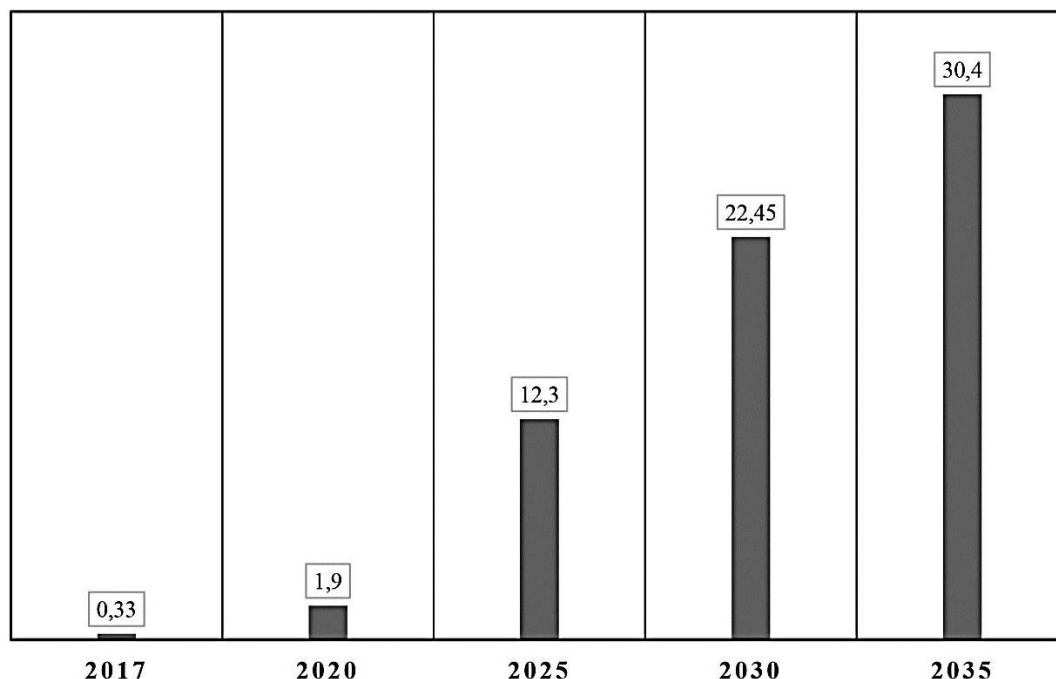


Рисунок 1 – Рынок продаж беспилотных автомобилей

Анализ проблемы внедрения беспилотных транспортных средств в повседневную практику автомобильных перевозок показывает, что процесс виртуализации явлений и сущностей в автотранспортной отрасли имеет характер расширения и углубления.

Поэтому важны разносторонние подходы к разработке информационно-управляющих систем в области интеллектуальных транспортных систем, в частности, управление транспортными средствами в контексте внешнего управления на дорожном примитиве [6].

В настоящее время во всем мире отмечается лавинообразный поток усилий и в области разработки технических аспектов беспилотного вождения, и в области разработки алгоритмического и программного обеспечения, и в области телекоммуникационного обеспечения.

Проблемами построения интеллектуальных систем управления на автомобильном транспорте в России занимаются такие известные бренды:

- Яндекс.Такси Беспилотный автомобиль;
- КАМАЗ Беспилотный автомобиль, Беспилотный автобус;
- C-Pilot и Cognitive Agro Pilot Система автоматического вождения;
- Traft Truck Project Беспилотный грузовик.

Решения Яндекс в части определения траектории движения базируется на алгоритмах движения, полученных на обучаемых наборах данных.

Решения КАМАЗ основываются на машинном зрении, позволяющем распознавать дорожную сцену – границы дороги, ширину полос движения и т. д. Используются адаптивный круиз-контроль, позволяющий экстренно затормозить в критических ситуациях, система автопилотирования в определенных условиях (например в автомобильной пробке). Исполь-

зуется «зона интереса» – узкая область зрения, которая окружает наблюдаемый объект. Эта технология дает возможность обрабатывать меньший объем информации и с более высоким качеством, что дает преимущество в экономии вычислительных ресурсов и повышении быстродействия обработки информации, когда вместо всего снятого с видеокамеры изображения обрабатывается 5–7 его процентов.

В мире на рынке беспилотных автомобилей доминируют General Motors; Ford; Daimler; Volkswagen; Toyota [5]. Предлагаются разнообразные решения проблем беспилотного вождения. Например, японские производители беспилотных транспортных средств Toyota, Honda, активно работают над такими функциями, как обнаружение слепых зон, предупреждение о перекрестном движении сзади, помощь в удержании полосы движения, предупреждение о прямом столкновении и автоматическое экстренное торможение в экстренных ситуациях, предупреждение о выходе из полосы движения. Разрабатываются технологии преодоления беспилотными автомобилями статических помех (препятствий) почти на той же скорости, что и профессиональными водителями [7].

Ведутся работы в направлении совершенствования алгоритмов управления движением с учетом оценки величины сдвига данных [7]. Перспективным считается направление, связанное с технологиями распознавания светофоров, знаков, полос и разметки, машин и других участников дорожного движения, моделирования окружающих объектов, возможностью следить за ними, предсказывать поведение, планировать и исполнять маневры. Ведутся работы в направлении совершенствования «электронных помощников» водителей.

Практика показывает, что успешная работа беспилотных автомобилей предполагает развитие и совершенствование беспилотной транспортной инфраструктуры.

Предлагаемые решения проблем беспилотного управления транспортными средствами имеют определенные недостатки. Например, транспортные средства, имеющие некоторые автономные возможности, не обходятся без контроля водителя-человека. Ограничивающим фактором является стоимость элементов формируемого сенсорного поля. «К 2026 году стоимость датчиков, необходимых для обеспечения автономного вождения, станет на 25 % ниже, чем в 2020 году. Но даже при таком снижении цена останется непомерно высокой. Это значит, что в течение следующего десятилетия автономные функции будут доступны только для автомобилей премиум-класса и транспортных средств, принадлежащих крупным автопаркам» [5].

На начальном пути внедрения автопилотируемых автомобилей их использование будет ограничено специфическими условиями и в хорошо «цифровизированных» географических территориях. Ограничениями также будут выступать требования высокоскоростного подключения к мобильным сетям, необходимость прибегать к дорогостоящим спутниковым системам. Большие объемы трафика данных требуют совершенствования и модернизации существующей телекоммуникационной инфраструктуры.

Анализ существующих систем беспилотного управления транспортными средствами позволил выявить ряд недостатков и задач, требующих решения:

- высокая сложность и большой объем информационных потоков, протекающих в системе управления движением транспортных средств;
- необходимость постоянного мониторинга транспортного потока, адекватной и своевременной реакции на динамические изменения внешней среды;
- необходимость анализа множества факторов внешней и внутренней среды в процессе принятия управленческих решений;
- сложность и дороговизна инфраструктурных решений на базе космических систем высокоточного позиционирования транспортных средств в режиме реального времени;
- сложность и дороговизна построения сенсорного поля транспортного средства, транспортного потока, дорожного примитива;
- повышение эффективности управления посредством применения экономико-математических моделей и методов.

Концептуальная схема информационно-аналитического комплекса определения маршрута автотранспортного средства, обеспечивающего решение вышеперечисленных задач, представлена на рисунке 2.

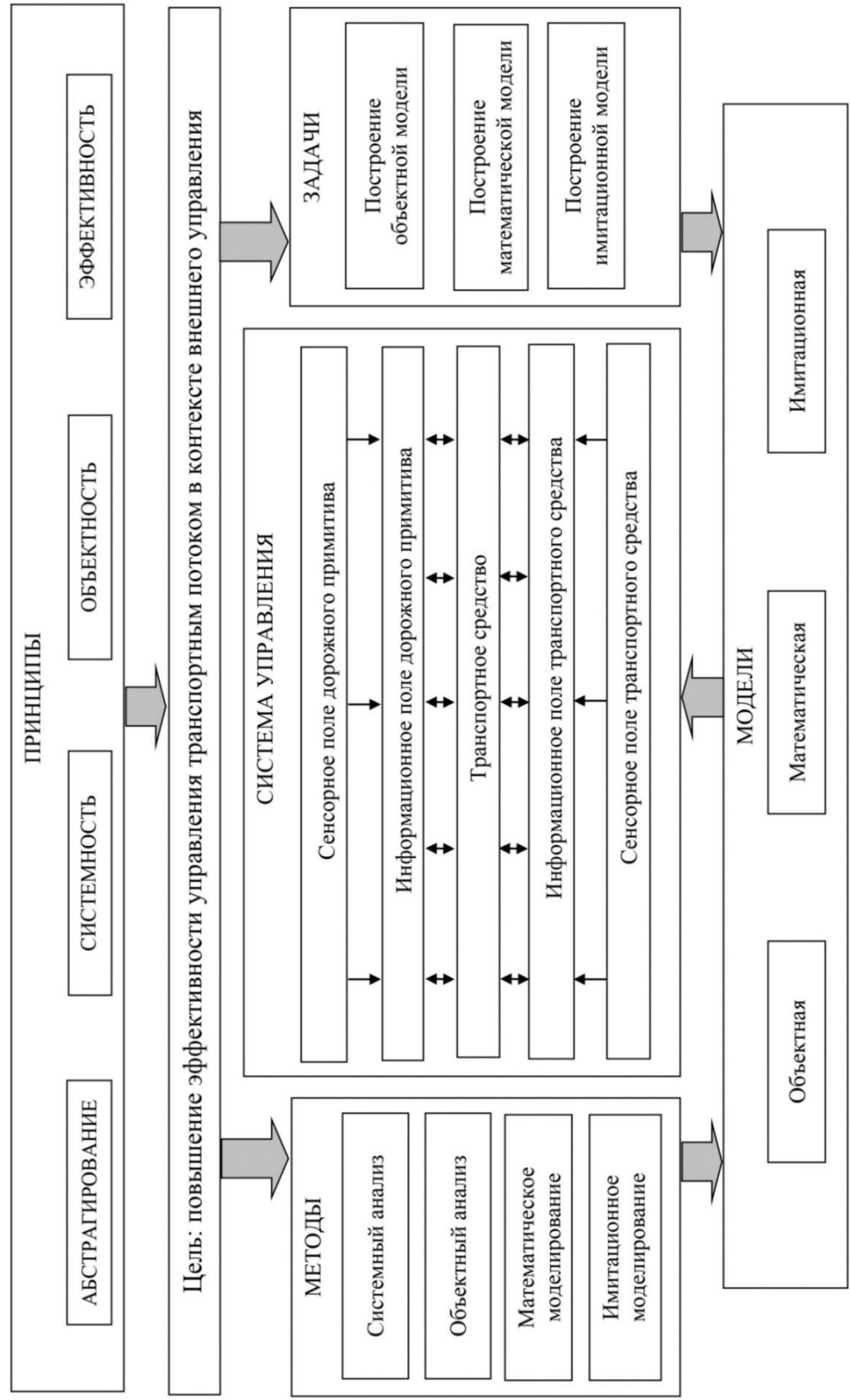


Рисунок 2 – Схема концепции моделирования системы

Анализ системы определения точек маршрута позволил выделить пять этапов, характеризующихся своим перечнем задач, решение которых обеспечивается соответствующими подсистемами информационно-аналитического комплекса. Первый этап – определение информационного поля транспортного потока. Выявление наличия или отсутствия транспортного средства на дорожном примитиве. Считывание необходимых свойств информационного поля транспортного средства, используемых при расчете свойств точек маршрута. Второй этап – определение информационного поля дорожного примитива. Считывание необходимых свойств информационного поля дорожного примитива, используемых при расчете свойств точек маршрута. Третий этап – определение информационного поля метеоусловий. Считывание необходимых свойств информационного поля метеоусловий, используемых при расчете свойств точек маршрута. Четвертый этап – определение информационного поля помех. Считывание необходимых свойств информационного поля помех, используемых при расчете свойств точек маршрута. Пятый, заключительный этап – выполнение акта управления транспортным средством согласно рассчитанным значениям свойств точек маршрута.

Решение задач на перечисленных этапах обеспечивается подсистемами проектируемого информационно-аналитического комплекса. Задачи информационного обеспечения, а именно предоставление информации о транспортном потоке, о транспортных средствах в потоке, о состоянии дорожного примитива, например, влажности, структуре покрытия, и т. п., о метеорологических условиях – сильный ветер, гололед и т. п., о наличии помех – ухаб, появление животного на дороге или пешехода, взаимодействие как с внешней средой, так и с внутренними службами, обращение к базам данных, осуществляется посредством информационной технологии, обеспечивающей сбор, анализ, хранение и передачу данных. Задачи определения количественных характеристик свойств точек маршрута решаются посредством предложенных в концепции математических методов и моделей.

Формирование информационных полей транспортного средства, транспортного потока, информационного поля метеоусловий, информационного поля помех, информационного поля дорожного примитива обеспечивается посредством элементов сенсорного поля системы – сенсоров (датчиков), включающего сенсорные поля транспортного средства, транспортного потока, дорожного примитива, метеополя, поля помех, предоставляющего необходимые данные для расчета числовых характеристик точек управления транспортными средствами на маршруте.

С целью выведения человека из системы, как субъекта управления, становится актуальной задача математического моделирования состояний системы, сценариев и прецедентов с целью определения элементов потока управления системы средствами алгебры конечных предикатов [8]. Вводится понятие диаграммы состояний системы, алфавита букв, ассоциируемых с объектами системы, множества переменных, ассоциируемых с состояниями объектов. Решения уравнений путем использования тождеств алгебры конечных предикатов интерпретируются как элементы потока управления системы.

На этапе проектирования полезным является возможность реализации в системе визуализации маршрутов движения транспортных средств с целью визуального контроля адекватности полученных решений заявленным целям проезда дорожного примитива.

Концепцией моделирования предусмотрено построение имитационной модели системы управления движением транспортных средств на дорожном примитиве в контексте внешнего управления, и осуществлялось это построение путем использования технологии объектного анализа, моделирования, проектирования и программирования инструментальными средствами языка C#.

Вывод

Использование предложенных моделей позволит выполнить разработку системы беспилотного управления транспортным потоком в экстраординарных условиях движения транспортных средств.

Список литературы

1. Козлов, Л. Н. О концептуальных подходах формирования и развития интеллектуальных транспортных систем в России / Л. Н. Козлов, Ю. М. Урличич, Б. Е. Циклис. – Текст : электронный // Транспорт Российской Федерации. – 2009. – № 3-4(22–23). – С. 30–35. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kontseptualnyh-podhodah-formirovaniya-i-razvitiya-intellektualnyh-transportnyh-sistem-v-rossii>.
2. ГОСТ Р 56351-2015. Интеллектуальные транспортные системы. Косвенное управление транспортными потоками. Требования к технологии информирования участников дорожного движения посредством динамических информационных табло : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 февраля 2015 г. № 80-ст : введен впервые : дата введения 2015-07-01 : переиздан в октябре 2018 г. / разработан Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». – Москва : Стандартинформ, 2018. – 11 с.
3. Разработка беспилотных транспортных средств / Шаошань Лю, Лиюнь Ли, Цзе Тан [и др.] ; научный редактор В. С. Яценков ; перевод с английского П. М. Бомбаковой. – Москва : ДМК Пресс, 2022. – 246 с. – ISBN 978-5-97060-969-9.
4. Николаенко, Д. В. Информационные системы и технологии в управлении транспортным потоком / Д. В. Николаенко, В. Л. Николаенко, В. С. Сеница // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2021. – № 1(36). – С. 56–66.
5. Беспилотные автомобили (мировой рынок). – Текст : электронный // Tadviser : [сайт]. – 2023. – URL: [\(дата обращения: 30.03.2023\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Беспилотные_автомобили_(мировой_рынок)).
6. Жанказиев, С. В. Интеллектуальные транспортные системы / С. В. Жанказиев. – Текст : электронный. – Москва : МАДИ, 2016. – 120 с. – URL: <https://lib.madi.ru/fel/fel1/fel16E377.pdf>.
7. «Яндекс» поможет роботомобилям справиться со сдвигом данных. – Текст : электронный // Вести.Ру : [сайт]. – 2021. – URL: [\(дата обращения: 30.03.2023\)](https://www.vesti.ru/hitech/article/2591370).
8. Шабанов-Кушнаренко, Ю. П. Теория интеллекта. Математические средства / Ю. П. Шабанов-Кушнаренко. – Харьков : Вища школа, 1984. – 143 с.

Д. В. Николаенко, В. Л. Николаенко
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Схема концепции моделирования информационно-аналитического комплекса
определения маршрута автотранспортного средства

Развитие производственного комплекса государства выдвигает все новые требования к совершенствованию логистических возможностей транспортной сети, росту количества и грузоподъемности транспортных средств. Важную роль играют в этом процессе автотранспортные перевозки грузов, пассажиров. Эта потребность отражается в развитии и совершенствовании существующих транспортных систем, построении более совершенных транспортных систем, учитывающих современные достижения в области цифровизации производственных процессов – создании информационно-управляющих систем, а в последнее время систем управления с элементами искусственного интеллекта.

Современные системы беспилотного управления транспортными средствами обладают рядом недостатков, требующих решения: высокая сложность и объем информационных потоков, необходимость постоянного мониторинга транспортного потока и адекватной и своевременной реакции на динамические изменения внешней среды, необходимость анализа множества факторов внешней и внутренней среды в процессе принятия управленческих решений, сложность и дороговизна инфраструктурных решений на базе космических систем высокоточного позиционирования транспортных средств в режиме реального времени, дороговизна сенсорного поля транспортного средства, транспортного потока, дорожного примитива.

Результатом исследования явилась разработка схемы концепции моделирования системы управления движением транспортных средств в контексте внешнего управления на дорожном примитиве, а именно, определения маршрута движения транспортного средства как задачи определения количественных характеристик элементов потока управления в дискретных точках маршрута.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке информационно-управляющих систем на автомобильном транспорте в контексте внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах в экстраординарных условиях движения транспортных средств.

ВНЕШНЕЕ УПРАВЛЕНИЕ, ДОРОЖНЫЙ ПРИМИТИВ, ИНФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ ДОРОЖНОГО ПРИМИТИВА, СЕНСОРНОЕ ПОЛЕ ДОРОЖНОГО ПРИМИТИВА, ТОЧКА МАРШРУТА

D. V. Nikolaenko, V. L. Nikolaenko
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Concept Scheme of Modelling an Information Analytical Complex
for Determining the Vehicle Route

The development of the state's industrial complex puts forward new demands for improving the logistics capabilities of the transport network, increasing the number and carrying capacity of vehicles. Road transportation of goods and passengers plays an important role in this process. This need is reflected in the development and improvement of existing transport systems, the construction of more advanced transport systems that take into account modern achievements in the field of digitalization of production processes – the creation of information and management systems, and, more recently, control systems with elements of artificial intelligence.

Modern unmanned vehicle control systems have a number of disadvantages that require solutions: high complexity and volume of information flows, the need for constant monitoring of traffic flow and an adequate and timely response to dynamic changes in the external environment, the need to analyze many factors of the external and internal environment in the process of making management decisions. solutions, complexity and high cost of infrastructure solutions based on space systems for high-precision positioning of vehicles in real time, high cost of the sensor field of a vehicle, traffic flow, road primitive.

The result of the study was the development of the concept scheme for modelling a vehicle traffic control system in the context of external control on the road primitive, namely, determining the vehicle route as a task of determining the quantitative characteristics of control flow elements at discrete points along the route.

The results obtained can be used in the development of information and control systems for road transport in the context of external control of traffic flow on road primitives in extraordinary vehicle traffic conditions.

EXTERNAL CONTROL, ROAD PRIMITIVE, ROAD PRIMITIVE INFORMATION FIELD, ROAD PRIMITIVE SENSOR FIELD, ROUTE POINT

Сведения об авторах:

Д. В. Николаенко

Телефон: +7 949 356-13-90

В. Л. Николаенко

Телефон: +7 949 356-13-92

Эл. почта: nikvl1951@yandex.ru

Статья поступила 15.01.2024

© Д. В. Николаенко, В. Л. Николаенко, 2024

Рецензент: Л. П. Вовк, д-р техн. наук, проф.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

Д. Н. Самисько, канд. техн. наук

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

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАНЕВРА АВТОМОБИЛЯ ПРИ ОБГОНЕ С ВОЗРАСТАЮЩЕЙ СКОРОСТЬЮ

Усовершенствована методика определения параметров маневра обгона с возрастающей скоростью, основанная на имитационном моделировании движения обгоняющего автомобиля. В отличие от существующей, данная методика позволяет определять скорости и время движения обгоняющего автомобиля на основании компьютерного моделирования его движения.

Ключевые слова: автомобиль, имитационное моделирование движения автомобиля, маневр обгона автомобиля, скорость движения автомобиля, траектория движения автомобиля

Введение

Обгон представляет собой сложный и опасный маневр, вызванный желанием водителя двигаться без потерь времени. Трудности правильного выполнения обгона в сочетании с высокой скоростью требуют от водителя безошибочного расчета и точных действий по управлению автомобилем.

Усовершенствованная методика определения параметров маневра обгона с возрастающей скоростью, основанная на имитационном моделировании движения обгоняющего автомобиля позволит повысить качество определения параметров данного обгона. В дальнейшем данное исследование может стать основой разработки перспективной интеллектуальной транспортной системы города, в которой движение каждого автомобиля будет смоделировано исходя из возможности безопасного движения в конкретных дорожных условиях.

Анализ публикаций

В современных исследованиях [1–3] маневр обгона разделяют на три фазы: отклонение обгоняющего слева автомобиля и выезд на соседнюю полосу движения; движение влево от обгоняемого автомобиля и впереди него; возвращение обгоняющего автомобиля на свою полосу впереди обгоняемого автомобиля.

Для простоты расчетов в существующих исследованиях время, затрачиваемое на поперечный сдвиг обгоняющего автомобиля и переход его с одной полосы движения на другую, не учитывают, потому что это время незначительное по сравнению с общим временем обгона. Не учитывают и увеличение пути автомобиля, вызванное этим сдвигом. Прежде всего данные упрощения связаны с достаточно большой трудоемкостью расчета криволинейного движения автомобиля по сравнению с прямолинейным.

При построении схемы-графика обгона при разгоне обгоняющего автомобиля в соответствии с существующей методикой [1] необходимо сначала построить график интенсивности разгона, характеризующий зависимость между временем и путем движения автомобиля при ускоренном движении. Его можно построить по результатам аналитического расчета времени разгона t_p от пути разгона S_p по уравнениям [1]:

$$t_p = \int_{v_0}^v \frac{D_C dV}{-A_C V^2 + B_C V + C_C} = \frac{D_C}{E_C} \cdot \ln \left| \frac{(-A_C V + B_C - E_C) \cdot (-A_C V_0 + B_C + E_C)}{(-A_C V_0 + B_C - E_C) \cdot (-A_C V + B_C + E_C)} \right|, \text{ с}, \quad (1)$$

где A_C , B_C , C_C , D_C и E_C определяются по формулам:

$$A_C = \frac{N_{e\max} \cdot \eta_{mp}}{V_N^3} c_M + \frac{G \cdot f_0}{a_\kappa} + W_\epsilon; \quad (2)$$

$$B_C = \frac{N_{e\max} \cdot \eta_{mp} \cdot b_M}{V_N^2}; \quad (3)$$

$$C_C = \frac{N_{e\max} \cdot \eta_{mp}}{V_N} a_M - G \cdot (f_0 + \sin \alpha_\partial); \quad (4)$$

$$D_C = m \cdot \delta_{\epsilon p}; \quad (5)$$

$$E_C = \sqrt{B_C^2 - 4 \cdot A_C \cdot C_C}, \quad (6)$$

где V_0 – начальная скорость движения обгоняющего автомобиля, м/с;

V – максимальная скорость движения обгоняющего автомобиля, м/с;

$N_{e\max}$ – максимальная мощность двигателя обгоняющего автомобиля, кВт;

η_{mp} – коэффициент полезного действия трансмиссии обгоняющего автомобиля;

a_M, b_M, c_M – эмпирические коэффициенты;

V_N – скорость движения обгоняющего автомобиля, соответствующая максимальной мощности двигателя, м/с;

G – вес обгоняющего автомобиля, Н;

f_0 – коэффициент сопротивления качению при малых скоростях движения;

a_κ – эмпирический коэффициент, зависящий от типа шин;

W_ϵ – фактор обтекаемости обгоняющего автомобиля, Н·с²/м²;

α_∂ – угол продольного уклона дороги;

m – масса обгоняющего автомобиля, т;

$\delta_{\epsilon p}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

$$S_p = -\frac{D_C}{2A_C} \cdot \left\{ \ln \left| \frac{-2A_C V^2 + B_C V + C_C}{-2A_C V_0^2 + B_C V_0 + C_C} \right| - \frac{B_C}{E_C} \cdot \ln \left| \frac{(-2A_C V + B_C - E_C) \cdot (-2A_C V_0 + B_C + E_C)}{(2A_C V_0 + B_C - E_C) \cdot (-2A_C V + B_C + E_C)} \right| \right\}, \text{ м.} \quad (7)$$

Анализ зависимостей (1)–(7) позволяет выявить ряд присущих им недостатков:

- при определении времени и скорости движения обгоняющего автомобиля, движущегося с возрастающей скоростью, не учитываются изменяющиеся дорожные условия;
- разгон обгоняющего автомобиля, движущегося с возрастающей скоростью, осуществляется с максимально возможным из его технических характеристик ускорением, что не всегда достижимо в реальных условиях;
- определение параметров обгона сопряжено с большим количеством трудоемких расчетов.

Устранить выявленные недостатки возможно с применением имитационного моделирования движения автомобилей.

Цель работы

Усовершенствовать методику определения параметров маневра обгона с возрастающей скоростью за счет разработки имитационной модели движения обгоняющего автомобиля.

Основная часть

Для любого участка дороги характерно наличие определенных дорожных условий. К ним относятся:

- продольные уклоны участка;
- радиусы кривых в плане;
- коэффициент поперечного сцепления колеса с дорогой;
- коэффициент сопротивления качению;
- поперечный уклон проезжей части и т. д.

Все эти условия оказывают влияние на режим движения как обгоняемого, так и обгоняющего автомобилей.

Однако обгоняемый автомобиль, чаще всего, движется с постоянной скоростью, поэтому влияние дорожных условий на его режим движения в работе не рассматривается.

Рассмотрим процесс движения обгоняющего автомобиля.

На первом этапе обгоняющий автомобиль выезжает на полосу встречного движения. Схема движения обгоняющего автомобиля на этом этапе представлена на рисунке 1.

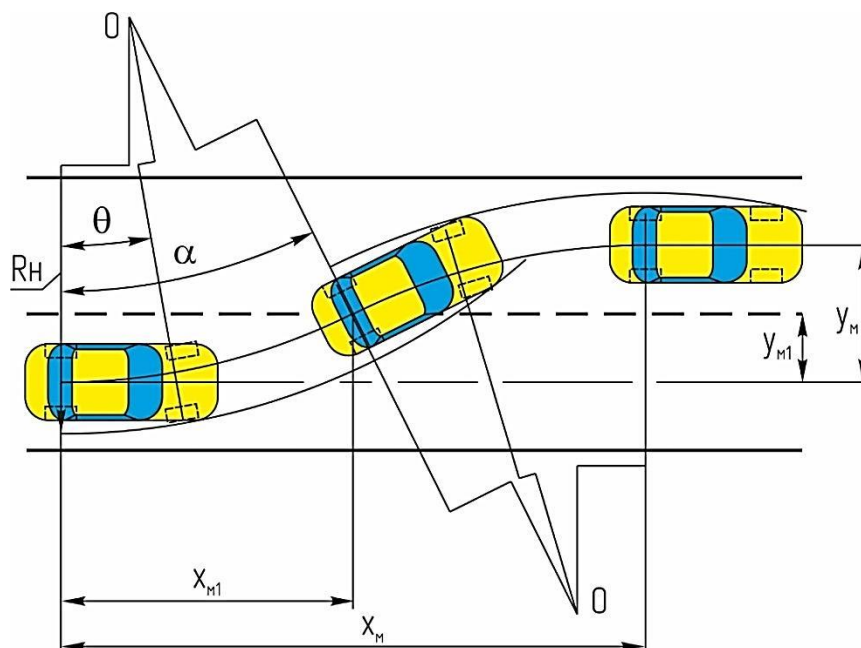


Рисунок 1 – Схема движения обгоняющего автомобиля на первом этапе обгона

Из рисунка 1 видно, что траекторию движения обгоняющего автомобиля на первом этапе обгона можно разбить на две части:

- автомобиль движется с колесами, повернутыми на угол θ налево по радиусу R_n .

При этом автомобиль совершает круговое движение на угол α ;

- автомобиль движется с колесами, повернутыми на угол θ направо по радиусу R_n .

При этом автомобиль совершает круговое движение также на угол α .

Из рисунка 1 видно, что на первом этапе маневра обгона обгоняющий автомобиль совершает перемещение в горизонтальной плоскости на расстояние x , м, а в вертикальной плоскости – на расстояние y , м. При этом траектории движения автомобиля в начале и в конце данного этапа обгона параллельны.

Известно, что при выполнении маневра смены полосы перемещения автомобиля могут быть определены по зависимостям [1]:

$$x_m = 4 \cdot V \cdot T_1, \text{ м}; \quad (8)$$

$$y_m = 2 \cdot g \cdot \varphi_y \cdot T_1^2, \text{ м}, \quad (9)$$

где V – скорость движения обгоняющего автомобиля в начале маневра обгона, м/с;

T_1 – время поворота управляемых колес при входе в поворот автомобиля, которое определяется по зависимости [1]:

$$T_1 = \frac{g \cdot L \cdot \varphi_y}{V^2 \cdot \theta_1}, \quad (10)$$

где θ_1 – угловая скорость поворота управляемых колес, рад/с. Во избежание заноса или опрокидывания при повороте автомобиля и исходя из психологических возможностей водителя принимают $\theta_1 = 0,2–0,3$ рад/с для легковых автомобилей и $\theta_1 = 0,15–0,3$ рад/с для грузовых автомобилей и автобусов;

φ_y – коэффициент сцепления шины с дорогой в поперечной плоскости;

L – база автомобиля, м.

Также известно, что в средней точке маневра (второй автомобиль на рисунке 1) горизонтальное и вертикальное смещения обгоняющего автомобиля могут быть определены по зависимостям [1]:

$$x_{м1} = 2 \cdot V \cdot T_1, \text{ м}; \quad (11)$$

$$y_{м1} = g \cdot \varphi_y \cdot T_1^2 \text{ м}. \quad (12)$$

В данном положении автомобиль будет повернут по отношению к первоначальному положению на угол [1]:

$$\gamma_{м1} = \frac{g \cdot \varphi_y \cdot T_1}{V}. \quad (13)$$

Величина радиуса круговой кривой, по которой осуществляет движение обгоняющий автомобиль на первом этапе маневра обгона может быть определена по формуле

$$R = \frac{L}{\sin \theta}, \text{ м}. \quad (14)$$

Из рисунка 1 видно, что перемещение обгоняющего автомобиля в вертикальной плоскости на первом этапе маневра обгона должно быть равным ширине полосы движения B_n .

С целью определения длины пути, преодолеваемого обгоняющим автомобилем во время первого этапа маневра обгона, рассмотрим треугольник ABC, изображенный на рисунке 2.

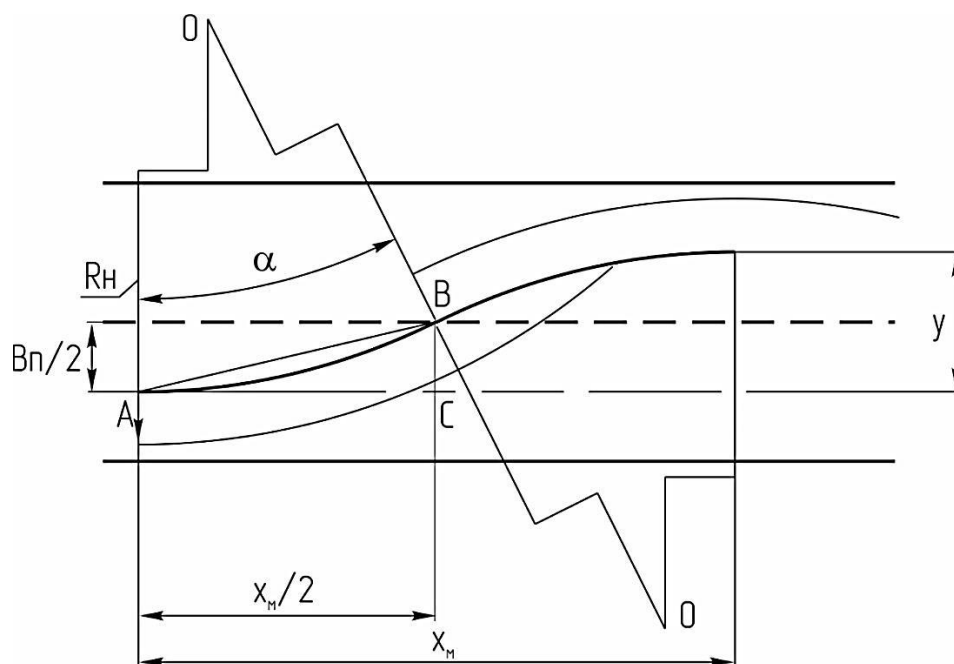


Рисунок 2 – Схема определения длины пути, преодолеваемого обгоняющим автомобилем во время первого этапа обгона

Дуга АВ является хордой, на окружности радиусом $(R - B/2)$, где B – ширина обгоняющего автомобиля, м. Длина дуги может быть определена по формуле

$$l_{AB} = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180}, \text{ м}, \quad (15)$$

$$\text{где } \alpha = \arcsin \frac{AB}{2R}, \text{ рад}, \quad (16)$$

$$\text{где } AB = \sqrt{\left(\frac{x_m}{2}\right)^2 + \left(\frac{B_n}{2}\right)^2}, \text{ м}. \quad (17)$$

Процесс возврата обгоняющего автомобиля на свою полосу может быть описан таким же образом. Скоростью движения обгоняющего автомобиля в начале возврата на свою полосу будем считать скорость в момент, когда обгоняющий автомобиль опередил обгоняемый на величину дистанции безопасности.

После выезда обгоняющего автомобиля на полосу встречного движения он движется по ней с возрастающей скоростью. При этом существующая методика при определении скорости, времени и пути движения обгоняющего автомобиля учитывает только его технические характеристики. Принимается, условно, что обгоняющий автомобиль разгоняется на прямом, ровном участке и вся мощность двигателя расходуется только на разгон. В реальности дорожные условия практически всегда отличаются от тех, которые принимаются в существующей методике. Наличие на реальной дороге продольных уклонов, радиусов кривых в плане, поперечных уклонов проезжей части сказывается на скорости обгоняющего автомобиля и в конечном счете – на параметрах маневра обгона с возрастающей скоростью.

Автором была разработана компьютерная программа «Расчеты скоростей и времени движения» [4]. Целью создания этого программного продукта являлось моделирование движения автомобилей. Эта программа разработана на основании алгоритмов моделирования скоростей движения, описанных в [5, 6], которые позволяют определять время проезда автомобилем участка дороги при заданных дорожных условиях, параметрах транспортного средства и существующей организации дорожного движения.

Таким образом, применение результатов имитационного моделирования движения обгоняющего автомобиля позволяет предложить усовершенствованную методику определения параметров маневра обгона с возрастающей скоростью. Последовательность этапов данной методики представлена на рисунке 3.

В отличие от существующей, предложенная методика позволяет учитывать параметры транспортных средств и дорожные условия, сложившиеся на характерных однородных участках пути обгона. Полученные в результате компьютерного моделирования значения скоростей и времени движения по отдельным характерным однородным участкам участка обгона позволяют определить параметры маневра обгона с возрастающей скоростью, которые базируются на реальных динамически меняющихся исходных данных.

Во время проведения эксперимента исследовались два перегона городских магистралей, расположенные в городе Горловке: перегон по улице Интернациональной от площади Восстания до примыкания к улице Интернациональной улицы Горловской Дивизии; перегон по улице Кузнецова-Зубарева от примыкания к ней улицы Шевченко до съезда с путепровода. На каждом перегоне были проведены моделирования движения автомобиля Renault Logan 1,4, движущегося с возрастающей скоростью. Начальную скорость движения автомобиля Renault Logan 1,4 принимали 15,5 м/с. В качестве обгоняемого автомобиля был принят Mitsubishi Pajero 3,8, движущийся с постоянной скоростью 13,2 м/с.

Результаты моделирования показали, что при условии учета реальных дорожных условий параметры обгона с возрастающей скоростью значительно отличаются от тех, которые получены с использованием существующей методики.

Так, для перегона, расположенного по улице Интернациональной от площади Восстания до примыкания к улице Интернациональной улицы Горловской Дивизии, общее время маневра обгона с возрастающей скоростью составило 29,04 с, что в 2,13 раза больше, чем время, полученное с использованием существующей методики (13,62 с). Путь обгона при использовании имитационного моделирования равен 600 м, что в 1,59 раза больше, чем путь, полученный с использованием существующей методики (376,36 м).

Для перегона, расположенного по улице Кузнецова-Зубарева от примыкания к ней улицы Шевченко до съезда с путепровода, общее время маневра обгона с возрастающей скоростью составило 33,4 с, что в 2,45 раза больше, чем время, полученное с использованием существующей методики (13,62 с). Путь обгона при использовании имитационного моделирования равен 639 м, что в 1,7 раза больше, чем путь, полученный с использованием существующей методики (376,36 м).



Рисунок 3 – Этапы методики определения параметров маневра обгона с возрастающей скоростью, основанной на имитационном моделировании движения обгоняющего автомобиля

Существенное отклонение между данными, полученными при использовании существующей и предлагаемой методик объясняется тем, что при использовании существующей методики делается допущение о движении обгоняющего автомобиля с максимально возможным ускорением по условно идеальному участку без радиусов, подъемов, с шероховатым, ровным покрытием и неограниченной ширины полосы движения. Применение предлагаемой методики позволяет учесть перечисленные данные и, таким образом, является более приближенной к реальности.

Заключение

Предложена усовершенствованная методика определения параметров маневра обгона с возрастающей скоростью, основанная на имитационном моделировании движения обгоняющего автомобиля, позволяющая повысить качество определения параметров данного обгона.

Применение предложенной методики для реальных автомобилей, движущихся по реальным участкам, показало, что полученные параметры маневра обгона существенно отличаются от тех, которые могут быть получены с применением существующей методики. Объясняется это тем, что при использовании существующей методики делается допущение о движении обгоняющего автомобиля с максимально возможным ускорением по условно идеальному участку без радиусов, подъемов, с шероховатым, ровным покрытием и неограниченной шириной полосы движения.

В дальнейшем данное исследование может стать основой разработки перспективной интеллектуальной транспортной системы города, в которой движение каждого автомобиля будет смоделировано исходя из возможности безопасного движения в конкретных дорожных условиях.

Список литературы

1. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – Москва : Машиностроение, 1983. – 212 с.
2. Безопасность транспортных средств (автомобили) / В. А. Гудков, Ю. Я. Комаров, А. И. Рябчинский, В. Н. Федотов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2010. – 431 с. – ISBN 978-5-9912-0090-5.
3. Молодцов, В. А. Безопасность транспортных средств / В. А. Молодцов ; М-во образования и науки Российской Федерации, ФГБОУВПО «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 235 с. – ISBN 978-5-8265-1222-7.
4. Самисько, Д. Н. Определение потоков насыщения на основании компьютерного моделирования движения транспортного потока / Д. Н. Самисько // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2020. – № 2(33). – С. 19–29.
5. Самисько, Д. М. Моделивання процесу дорожнього руху транспортного засобу і-ю характерною однорідною ділянкою маршруту / Д. М. Самисько // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. – № 3. – С. 38–46.
6. Самисько, Д. М. Алгоритм моделювання процесу дорожнього руху транспортного засобу / Д. М. Самисько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т. 1, № 4(55). – С. 43–50.

Д. Н. Самисько

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

***федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Методика определения параметров маневра автомобиля при обгоне
с возрастающей скоростью***

Усовершенствована методика определения параметров маневра обгона с возрастающей скоростью, основанная на имитационном моделировании движения обгоняющего автомобиля. В отличие от существующей, данная методика позволяет определять скорости и время движения обгоняющего автомобиля на основании компьютерного моделирования его движения.

При моделировании учитываются дорожные условия, технические характеристики обгоняющего автомобиля, существующая организация дорожного движения.

Предложено движение обгоняющего автомобиля моделировать с помощью разработанной автором компьютерной программы «Расчет скорости и времени движения».

Применение предложенной методики для реальных автомобилей, движущихся по реальным участкам, показало, что полученные параметры маневра обгона существенно отличаются от тех, которые могут быть получены с применением существующей методики. Объясняется это тем, что при использовании существующей методики делается допущение о движении обгоняющего автомобиля с максимально возможным ускорением по условно идеальному участку без радиусов, подъемов, с шероховатым, ровным покрытием и неограниченной ширине полосы движения.

АВТОМОБИЛЬ, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ, МАНЕВР ОБГОНА АВТОМОБИЛЯ, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ, ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

D. N. Samisko

***Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka***

Determination Technique of the Vehicle Overtaking Maneuver with Increasing Speed

The determination technique of the vehicle overtaking maneuver with increasing speed based on the simulation modelling of an overtaking car motion is improved. Unlike the existing one, this technique allows you to determine the speed and time of an overtaking car motion based on the computer simulation of its movement.

When modelling, road conditions, technical characteristics of the overtaking car, and the existing traffic organization are taken into account.

The proposed simulation of an overtaking car motion is carried out in the computer program «Calculation of speed and time of movement» developed by the author.

The application of the proposed technique for real cars moving along real sections showed that the obtained parameters of the overtaking maneuver differ significantly from those that can be obtained using the existing technique. This is explained by the fact that when using the existing technique, an assumption is made about the motion of an overtaking car with the maximum possible acceleration along a conditionally ideal section without radii, ascents, with a rough, smooth surface and unlimited lane width.

CAR, CAR MOTION SIMULATION, CAR OVERTAKING MANEUVER, CAR SPEED, CAR TRAJECTORY

Сведения об авторе:

Д. Н. Самисько

SPIN-код РИНЦ: 6088-4257

Телефон: +7 949 318-99-61

Эл. почта: sdn1982@yandex.ru

Статья поступила 11.03.2024

© Д. Н. Самисько, 2024

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

Д. Н. Самисько, канд. техн. наук

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

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Приведена методика повышения производительности грузовых автомобильных перевозок, основанная на результатах имитационного моделирования движения грузового автомобиля, а также результаты ее практического применения.

Ключевые слова: автомобиль, имитационное моделирование движения автомобиля, производительность грузовых автомобильных перевозок, скорость движения автомобиля

Введение

Производительность грузовых автомобильных перевозок имеет резерв ее улучшения. Такое положение обуславливается в первую очередь тем, что организация этих перевозок основывается на результатах их теоретического однофакторного исследования. В действительности же, если во время процесса перевозки изменяется хотя бы один из параметров, например, фактическое количество перевозимого груза, то это, безусловно, приведет к тому, что переменными становятся и время погрузки, и время разгрузки, и скорость движения. Следовательно, если один из параметров процесса перевозки является переменным, то он влечет системное изменение других параметров, вследствие чего изменяется и организация перевозок. Таким образом, анализ взаимосвязей между параметрами транспортной системы с привлечением однофакторного исследования не полностью раскрывает ее свойства, и применение его результатов объективно приведет к снижению производительности и качества организации перевозок. Сказанное выше свидетельствует о том, что организацию перевозок можно существенно улучшить, как качественно, так и количественно, только на основании результатов системного факторного теоретического исследования.

Анализ публикаций

Анализ исследований, посвященных эффективности организации процесса перевозки грузов автомобильным транспортом, показал, что все они делятся на две группы.

Первая группа исследований – анализ эффективности организации процесса перевозок с помощью усовершенствования показателей работы автомобиля, которые однозначно определяются особенностями его конструкции. Целью этих исследований является наиболее рациональное усовершенствование конструкции автомобилей в направлении специализации и общего повышения их эффективности (Д. П. Великанов, Н. Я. Говорущенко, В. А. Илларионов, Е. А. Чудаков и другие) [1–3].

Вторая группа исследований – анализ эффективности организации процесса перевозок путем улучшения работы подвижного состава, которая зависит от организации технической эксплуатации парка (рациональной организации технического обслуживания и ремонта подвижного состава, сооружений и оборудования) и организации его работы во времени (количества рабочих дней в неделе, простоя автомобилей по вине службы организации перевозок, длительности работы подвижного состава на линии в течение суток, технической скорости движения, расстояния перевозки, оптимизации выбранных маршрутов движения, уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ и т. д.) [4].

В качестве итоговых показателей оценивания эффективности использования подвижного состава авторы работ этого направления (Л. Л. Афанасьев, Л. А. Бронштейн, Г. В. Крамаренко, С. Г. Лейдерман, А. И. Воркут, Н. Б. Островский и другие [5–7]) принимают производительность и себестоимость, которые являются качественными и количественными итовыми показателями работы подвижного состава и зависят от таких количественных параметров процесса перевозок, как грузоподъемность, время простоя под погрузкой, разгрузкой, техническая скорость, коэффициент использования пробега, расстояние перевозки груза и т. д.

Невзирая на отличия в факторах, которые разные группы исследователей считают определяющими во время анализа эффективности организации процесса грузовых перевозок автотранспортными средствами, все ученые ставят перед собой цель улучшить процесс перевозки, что может быть оценено повышением его эффективности, то есть повышением производительности и улучшением качества.

Учет одних и игнорирование других факторов приводит к ошибкам в организации процесса перевозок и к снижению эффективности использования подвижного состава.

Предлагаемая автором методика повышения производительности грузовых автомобильных перевозок учитывает особенности конструкции автомобиля и изменения параметров перевозочного процесса на системном уровне и во времени.

Цель работы

Апробировать методику повышения производительности грузовых автомобильных перевозок, учитывающую особенности конструкции грузового автомобиля и изменения параметров перевозочного процесса на системном уровне.

Основная часть

Автором была создана методика повышения производительности карьерных грузовых автомобильных перевозок [8], которая основана на результатах имитационного моделирования движения карьерного автомобиля-самосвала [9–11] при помощи разработанной автором компьютерной программы Productivity and fuel consumption [8].

Методика включает следующую последовательность действий:

1) сбор исходных данных об автомобиле-самосвале, экскаваторе, грузе и маршруте движения;

2) моделирование движения карьерного автомобиля-самосвала по отдельным однородным участкам маршрута с учетом его технических характеристик, условий дорожного движения, длины отдельных однородных участков, максимально возможных ускорений и замедлений автомобиля и значений его скоростей на предыдущем и следующем однородных участках.

В результате выполнения этого этапа для каждого однородного участка становятся известны такие характеристики, как скорость движения в начале участка, скорость движения на участке, скорость движения в конце участка, время и путь ускоренного движения, время и путь равномерного движения, время и путь замедленного движения. Эти данные являются необходимыми и достаточными для построения графиков зависимостей времени движения по маршруту от пройденной части его длины и скорости движения по маршруту от его длины;

3) определение производительностей автомобиля-самосвала в тоннах в час и тонно-километрах в час на каждом характерном участке маршрута и маршруте в целом за езду;

4) выявление путей повышения производительностей автомобиля-самосвала в тоннах в час и тонно-километрах в час на отдельных однородных участках маршрута и маршруте в целом путем изменения отдельных исходных данных (получаются на основании дополнительно разрабатываемых мероприятий) и сравнения результатов моделирования с теми, которые получены до изменения исходных данных.

Данная методика была применена к процессу перевозки известняка на одном из маршрутов ОАО «Комсомольское рудоуправление» (карьер «Северный»: от экскаватора № 1, расположенного на горизонте +12 до измельчительно-обогащительной фабрики). На данном маршруте работают автомобили-самосвалы БелАЗ-7548 грузоподъемностью 42 тонны. Схема маршрута представлена на рисунке 1. Параметры однородных по условиям движения участков маршрута приведены в таблице 1.

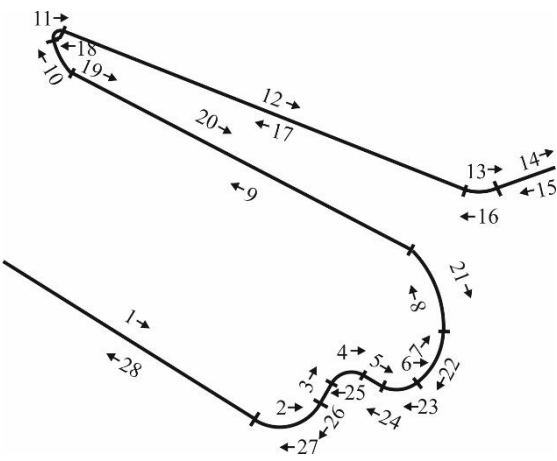


Рисунок 1 – Схема маршрута перевозки известняка (цифрами обозначены номера однородных по условиям движения участков)

Таблица 1 – Параметры маршрута перевозки известняка

№ участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Длина участка l_i , км	0,492	0,113	0,038	0,053	0,038	0,057	0,095	0,143	0,625	0,061	0,021	0,717	0,053	0,1	0,1	0,053	0,717	0,021	0,061	0,625	0,143	0,095	0,057	0,038	0,053	0,038	0,113	0,492
Продольный уклон α_i , град	-1,05	-1,52	0	1,08	0	4,02	5,41	9,53	0,37	7,48	15,95	1,28	6,46	1,15	-1,15	-6,46	-1,28	-15,95	-7,48	-0,37	-9,53	-5,41	-4,02	0	-1,08	0	1,52	1,05
Радиус закругления в плане R_i , км	10	0,077	10	0,038	10	0,056	0,113	0,183	10	0,125	0,011	10	0,077	10	10	0,077	10	0,011	0,125	10	0,183	0,113	0,056	10	0,038	10	0,077	10
Коэффициент поперечного сцепления φ_y	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Поперечный уклон β_i , град	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Коэффициент сопротивления качению f_i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,1	0,03	0,08	0,16	0,03	0,08	0,03	0,03	0,08	0,03	0,16	0,08	0,03	0,1	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

В результате моделирования при помощи компьютерной программы Productivity and fuel consumption было установлено, что производительность на данном маршруте составила 85,8 т/ч и 223 т·км/ч, а расход топлива за оборот – 10,3 литра.

Одним из наиболее часто применяемых в настоящее время мероприятий по повышению производительности грузовых автомобильных перевозок является замена подвижного состава на тот, который имеет большую грузоподъемность.

Проанализируем возможность замены автомобиля-самосвала БелАЗ-7548 на более современный и имеющий большую грузоподъемность (например, БелАЗ-75450). Данное мероприятие позволяет увеличить производительность до 86,5 т/ч (+0,82 %) и 225 т·км/ч (+0,9 %). Кроме того, расход топлива за оборот увеличится до 10,7 литра (+3,88 %). Целесо-

образность реализации данного мероприятия можно оценить в случае введения показателя удельной производительности на литр потребляемого топлива. Так, для автомобиля-самосвала БелАЗ-7548 удельная производительность в тоннах в час на литр потребляемого топлива составит 8,33 т/(ч·л), а удельная производительность в тонно-километрах в час на литр израсходованного топлива – 21,65 т·км/(ч·л). Для автомобиля-самосвала БелАЗ-75450 удельная производительность в тоннах в час на литр израсходованного топлива составит 8,08 т/(ч·л), а удельная производительность в тонно-километрах в час на литр израсходованного топлива составляет 21,03 т·км/(ч·л). Как видно, удельная производительность в тоннах в час на литр израсходованного топлива, и в тонно-километрах в час на литр израсходованного топлива у самосвала БелАЗ-75450 меньше, чем у самосвала БелАЗ-7548, что свидетельствует о меньшей эффективности расхода топлива в процессе перевозки груза автомобилем-самосвалом БелАЗ-75450 по сравнению с БелАЗ-7548. Все вышесказанное свидетельствует о неэффективности замены самосвала БелАЗ-7548 на БелАЗ-75450 на данном маршруте, так как незначительное увеличение производительности в тоннах в час и тонно-километрах в час обеспечивается увеличением расхода топлива.

Также популярным мероприятием по повышению производительности является замена погрузочно-разгрузочных механизмов на более производительные. Для карьерных перевозок чаще всего погрузочными устройствами выступают экскаваторы. Подбор экскаватора с вместимостью ковша, обеспечивающей наилучшую загрузку кузова автомобиля-самосвала ($\gamma_c = 1$) при том же количестве рабочих циклов (например, для самосвала БелАЗ-75450 – экскаватора ЭКГ-5 с объемом ковша 6 м³), позволяет увеличить производительность до 104 т/ч (+21,21 %) и 271 т·км/ч (+21,52 %). При этом расход топлива за оборот составит 10,7 литра (+3,88 %). Кроме того, удельная производительность в тоннах в час на литр потребляемого топлива составит 9,72 т/(ч·л), а удельная производительность в тонно-километрах в час на литр израсходованного топлива составит 25,33 т·км/(ч·л). Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности замены на данном маршруте автомобиля-самосвала БелАЗ-7548 на БелАЗ-75450 с одновременной заменой экскаватора, так как значительный прирост производительности в тоннах в час и тонно-километрах в час обеспечивается незначительным увеличением расхода топлива.

При моделировании движения и определении производительности в программе Productivity and fuel consumption строятся графики изменения производительности по длине маршрута, которые позволяют выявить те однородные участки на маршруте перевозки, где наблюдается значительное снижение производительности. Графики изменения производительности по длине маршрута, рассматриваемого в данной статье, при движении самосвала БелАЗ-75450, приведены на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что максимальные значения производительности в тоннах в час и тонно-километрах в час наблюдаются в конце второго однородного участка – в конце погрузки и начале движения автомобиля-самосвала по маршруту. Объясняется это тем, что максимально возможную производительность можно получить, если груз доставляется от точки погрузки до точки выгрузки за минимальный промежуток времени. По сути, для движения по маршруту требуется определенное количество времени, которое складывается из суммы времени движения по отдельным однородным по условиям движения участкам. В связи с этим (рисунок 2) наблюдается постепенное снижение производительности в тоннах в час и тонно-километрах в час, начиная с третьего и заканчивая последним (87-м) однородным по условиям движения участком. Кроме того, в конце маршрута (87-й однородный по условиям движения участок) значения производительности в тоннах в час и тонно-километрах в час становятся аналогичными смоделированным для этого маршрута с помощью компьютерной программы Productivity and fuel consumption.



Рисунок 2 – Графики изменения производительности в тоннах в час и тонно-километрах в час на однородных по условиям движения участках маршрута

Анализ рисунка 2 показывает, что на исследуемом маршруте участками с наибольшим снижением производительности являются: 4, 28, 3, 37, 45, 53, 7, 25, 62 и 22. На участках с номерами 4, 28, 3, 37, 53, 62 причинами снижения производительности являются их значительная протяженность (0,423 км, 0,625 км, 0,173 км, 0,692 км, 0,714 км и 0,625 км, соответственно), и, следовательно, время, затраченное на движение по ним. На участке с номером 45 происходит процесс разгрузки. Этот процесс является неотъемлемой частью процесса транспортировки груза, и в то же время снижает конечную производительность процесса перевозки. На участках с номерами 25 и 22 причинами снижения производительности являются значительные продольные уклоны ($\alpha_{25} = 9,53^\circ$, $\alpha_{22} = 5,41^\circ$) и наличие радиусов малой величины ($R_{25} = 183$ м, $R_{22} = 113$ м), а на участке с номером 7 – наличие радиуса малой величины ($R_7 = 77$ м). Наличие значительных продольных уклонов и радиусов малой величины приводит к уменьшению скорости движения по отдельным однородным участкам, а следовательно, и к увеличению времени движения по ним.

Повышение конечной производительности возможно за счет снижения производительности в тоннах в час и тонно-километрах в час на перечисленных выше участках. Кроме того, снижение производительности на участках с номерами 4, 28, 3, 37, 53, 7, 25, 62 и 22 возможно из-за уменьшения времени движения по ним, что может быть достигнуто за счет увеличения максимальных безопасных скоростей движения по этим участкам. Данное мероприятие может быть реализовано за счет замены подвижного состава на тот, который имеет более высокую максимальную безопасную скорость движения на этих участках, или за счет изменения геометрических параметров участков маршрута.

Анализ линейного графика изменения скоростей движения на отдельных однородных по условиям движения участках маршрута (рисунок 3) показывает, что на участках с номерами с 32 по 35 и с 54 по 56 наблюдается значительное снижение скоростей движения (до 14,1 км/ч) по сравнению с соседними участками.

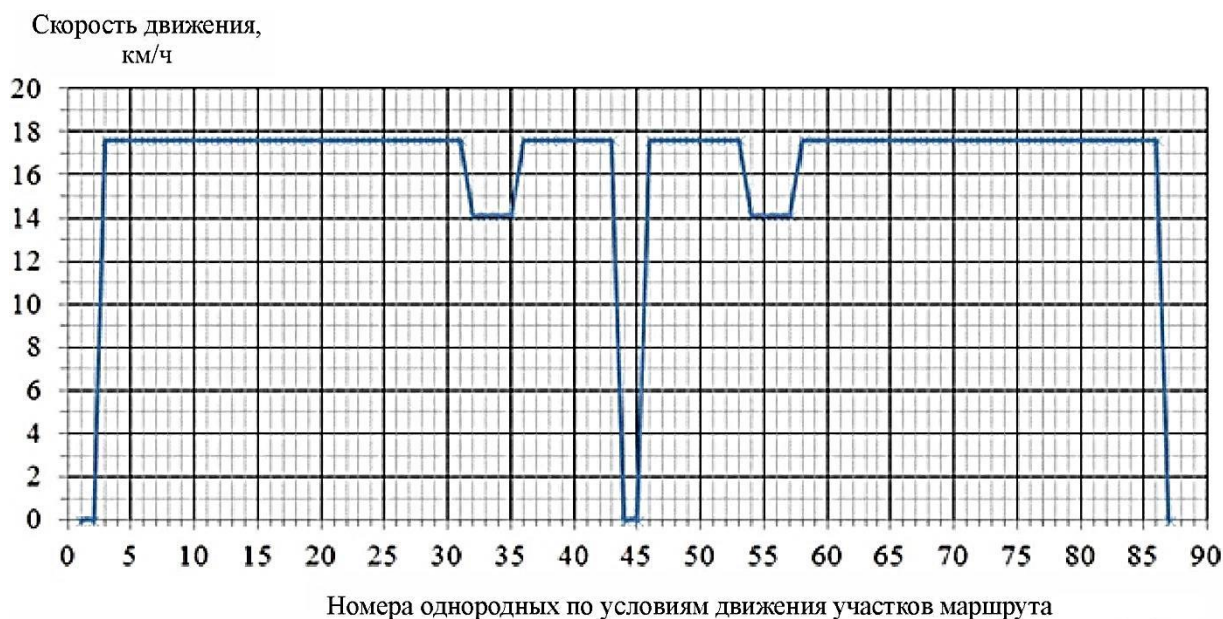


Рисунок 3 – График изменения скоростей движения по отдельным однородным по условиям движения участкам

Анализ параметров отдельных однородных по условиям движения участков маршрута перевозки показывает, что на участках с 32 по 35 и с 54 по 57 наблюдаются значительные продольные уклоны ($\alpha_{32} = 7,48^\circ$, $\alpha_{33, 34, 35} = 15,9^\circ$, $\alpha_{55, 56, 57} = -15,9^\circ$), большие значения коэффициента сопротивления качению ($f_{32} = 0,08$, $f_{33, 34, 35, 55, 56, 57} = 0,16$) и малые радиусы ($R_{33, 34, 35} = 11$ м, $R_{55, 56, 57} = 11$ м). Для того чтобы повысить производительность самосвала, именно на этих участках необходимо проводить реконструкцию (увеличивать радиусы горизонтальных кривых и уменьшать продольные уклоны) и, соответственно, увеличивать скорость движения.

Схема и параметры маршрута перевозки известняка после его реконструкции приведены на рисунке 4 и в таблице 2.

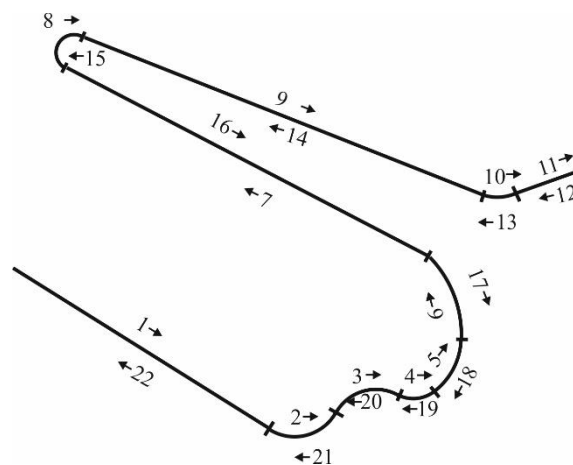


Рисунок 4 – Схема маршрута перевозки известняка после реконструкции

Таблица 2 – Параметры маршрута перевозки известняка после реконструкции

№ участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Длина участка l_i , км	0,492	0,113	0,105	0,057	0,095	0,143	0,667	0,058	0,7	0,053	0,1	0,1	0,053	0,7	0,058	0,667	0,143	0,095	0,057	0,105	0,113	0,492
Продольный уклон α_i , град	-1,05	-1,52	0,55	2,01	1,81	3,2	2,58	1,98	2,13	2,16	3,44	-3,44	-2,16	-2,13	-1,98	-2,58	-3,2	-1,81	-2,01	-0,55	1,52	1,05
Радиус закругления в плане R_i , км	10	0,077	0,075	0,056	0,113	0,183	10	0,029	10	0,077	10	10	0,077	10	0,029	10	0,183	0,113	0,056	0,075	0,077	10
Коэффициент поперечного сцепления φ_y	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Поперечный уклон β_i , град	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Коэффициент сопротивления качению f_i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	

С помощью компьютерной программы Productivity and fuel consumption было проведено моделирование движения карьерного автомобиля-самосвала БелАЗ-75450 по отдельным однородным по условиям движения участкам маршрута. По результатам моделирования было установлено, что производительность на данном маршруте составила 105 т/ч и 273 т·км/ч, а расход топлива за оборот составил 9,86 литра.

Заключение

Таким образом, применение представленной методики организации процесса транспортировки грузов карьерными автомобилями-самосвалами позволило выявить резервы повышения эффективности процесса транспортировки известняка на одном из маршрутов ОАО «Комсомольское рудоуправление» (карьер «Северный»: от экскаватора № 1, расположенного на горизонте +12 до измельчительно-обогащительной фабрики). Так, до реконструкции производительность на данном маршруте составляла 85,8 т/ч и 223 т·км/ч. После применения данной методики и применения мероприятий по повышению производительности (замена самосвала БелАЗ-7548 на БелАЗ-75450, оснащение экскаватора ковшом объемом 6 м³ и реконструкция дорожных условий) удалось увеличить производительность до 105 т/ч (+22,38 %) и 273 т·км/ч (+22,43 %), а расход топлива за один оборот составил 9,86 литра (–4,27 %).

Список литературы

1. Великанов, Д. П. Эффективность автомобиля / Д. П. Великанов. – Москва : Транспорт, 1969. – 239 с.
2. Говорущенко, Н. Я. Основы теории эксплуатации автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – Киев : Вища школа, 1971. – 232 с.
3. Илларионов, В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля (теоретический анализ) / В. А. Илларионов. – Москва : Машиностроение, 1966. – 280 с.
4. Квитко, Х. Д. Эффективность использования грузовых автомобилей / Х. Д. Квитко ; под редакцией А. И. Малышева. – Москва : Транспорт, 1979. – 174 с.
5. Афанасьев, Л. Л. Автомобильные перевозки / Л. Л. Афанасьев. – Москва : Транспорт, 1965. – 351 с.
6. Лейдерман, С. Р. Эксплуатация грузовых автомобилей : технико-экономические основы / С. Р. Лейдерман. – Москва : Транспорт, 1966. – 152 с.
7. Воркут, А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Вища школа, 1986. – 446 с.
8. Самисько, Д. Н. Экспериментальные исследования зависимости производительности грузового автомобиля от его грузоподъемности / Д. Н. Самисько // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2020. – № 1(32). – С. 3–11.

9. Куниця, А. В. Алгоритм моделювання процесу перевезень з урахуванням його багатofакторного дослідження / А. В. Куниця, Д. М. Самісько // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2010. – № 2(11). – С. 64–70.
10. Самісько, Д. М. Моделювання процесу дорожнього руху транспортного засобу і-ю характерною однорідною ділянкою маршруту / Д. М. Самісько // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. – № 3. – С. 38–46.
11. Самісько, Д. М. Алгоритм моделювання процесу дорожнього руху транспортного засобу / Д. М. Самісько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т. 1, № 4(55). – С. 43–50.

Д. Н. Самісько
Автомобільно-дорожній інститут (філіал)
федерального державного бюджетного освітнього закладу
вищого освіти «Донецький національний технічний університет» в г. Горлівка
Методика підвищення продуктивності вантажних автомобільних перевезень
і її практичне застосування

Приведена методика підвищення продуктивності вантажних автомобільних перевезень, заснована на результатах імітаційного моделювання руху вантажного автомобіля по маршруту. Данна методика дозволяє визначати швидкості і час руху вантажного автомобіля по однорідним по умовам руху ділянкам маршруту і маршруту в цілому на основі комп'ютерного моделювання в розробленій автором програмі Productivity and fuel consumption.

При моделюванні враховуються дорожні умови і технічні характеристики вантажного автомобіля.

Застосування запропонованої методики в реальних умовах підтвердило можливість підвищення продуктивності перевізничного процесу. Практична цінність даної методики полягає в тому, що є можливість кількісної оцінки запропонованих заходів по підвищенню продуктивності до їх практичного впровадження.

АВТОМОБІЛЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ АВТОМОБІЛЯ, ШВИДКІСТЬ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

D. N. Samisko
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Technique for Improving the Road Freight Transport Productivity
and its Practical Application

The technique for improving the road freight transport productivity, based on the results of simulation modelling of the truck movement along the route, is presented. This technique allows you to determine the speed and time of the truck movement according to characteristic sections of the route that are homogeneous in terms of traffic conditions and the route as a whole based on computer modelling in the program Productivity and Fuel Consumption developed by the author.

The modelling takes into account the road conditions and technical characteristics of the truck.

The application of the proposed technique in real conditions confirmed the possibility of increasing the transportation process productivity. The practical value of this technique lies in the fact that it is possible to quantify the proposed measures to improve productivity before their practical implementation.

CAR, CAR MOVEMENT SIMULATION MODELLING, ROAD FREIGHT TRANSPORT PRODUCTIVITY, CAR MOVEMENT SPEED

Сведения об авторе:

Д. Н. Самісько
 SPIN-код РИНЦ: 6088-4257
 Телефон: +7 949 318-99-61
 Эл. почта: sdn1982@yandex.ru

Статья поступила 20.03.2024

© Д. Н. Самісько, 2024

Рецензент: Т. А. Самісько, канд. техн. наук, доц.,
 Автомобільно-дорожній інститут
 (філіал) ДонНТУ в г. Горлівка

Л. П. Вовк, д-р техн. наук, Е. С. Кисель, канд. физ.-мат. наук

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

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗОНАНСНЫХ ВОЛНОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КУСОЧНО-НЕОДНОРОДНЫХ ДЕТАЛЕЙ

В работе проанализированы особенности динамического напряженного состояния кусочно-неоднородной трехмерной призматической детали на резонансных вибрационных режимах нагружения. В рамках конечно-элементного анализа проведено исследование спектра резонансных частот и собственных форм колебаний в зависимости от упругих и геометрических параметров детали.

Ключевые слова: волновые характеристики, локальные краевые эффекты, собственные частоты и формы колебаний, сингулярные зоны, толщинный резонанс, метод конечных элементов

Введение

Наиболее опасным для прочности деталей автомобиля (в частности трансмиссии) является резонанс колебаний, который появляется, если частота хотя бы одного из периодических возбуждающих моментов становится такой же, как собственная. Предупреждение вредных последствий резонансных явлений является важной научно-технической задачей. При этом усложненные физико-механические характеристики не дают возможность провести расчет собственных частот аналитически. Анализ спектра частот существенно усложняется в случае неоднородности материала детали. Возникающая локальная концентрация напряжений в сингулярных зонах неоднородной области на границах раздела сред с различными упругими характеристиками требует разработки уточненной методики расчета, что позволит избежать резонансных явлений при виброэксплуатации неоднородных ограниченных деталей и правильно подобрать рабочие режимы виброн нагружения. Актуальным является и вопрос выбора геометрических и конструктивных параметров деформируемой детали. Решение этих проблем существенно повысит сроки эксплуатации и надежность деталей машиностроения и элементов конструкций.

В современных практических приложениях автомобилестроения наблюдается повсеместное использование функционально-градиентных неоднородных и кусочно-неоднородных материалов. Спектр собственных частот таких материалов существенно отличается от соответствующих спектров частот для однородных материалов. Уже на уровне анализа спектра частот однородной области можно сделать некоторые выводы о наличии краевых динамических эффектов в окрестности резонансных частот, важнейшим из которых является краевой резонанс [1, 2]. Картина распределения локальных зон концентрации напряжений в неоднородном и особенно в кусочно-неоднородном теле существенно усложняется и зависит от частотного параметра виброн нагружения [2].

В данной работе в качестве объекта исследования выбрана трехмерная упругая кусочно-неоднородная деталь с особыми зонами концентрации напряжений в угловых точках области и на внутренних поверхностях раздела сред с различными механическими характеристиками. Это обусловлено, во-первых, независимостью характера локальной концентрации напряжений от геометрии стыкуемых областей [3] и, во-вторых, повсеместным использованием подобных элементов с высокими прочностными характеристиками в технике [4, 5].

Исследование спектра собственных частот для однородных балок с прямоугольным поперечным сечением не представляет особых затруднений и может быть выполнено по

различным методикам [3–6]. Однако не представляется возможности использовать эти результаты ни для прогнозирования времени работы таких элементов, ни, тем более, для уточненного анализа динамических характеристик волнового поля при режимах работы, близких к резонансным.

Вычисление собственных частот и анализ собственных форм колебаний в зависимости от различных усложненных разрывных физико-механических характеристик объекта представляет несомненный практический и научный интерес. При этом необходим анализ изменения механических характеристик волнового поля в пределах изменения упругих и геометрических параметров исследуемой области.

Цель работы

Цель данной работы – качественный и количественный пространственный анализ математических и механических характеристик волнового поля. Объект исследования – ограниченная трехмерная призматическая кусочно-неоднородная деталь с характерными зонами локальной концентрации напряжений. Основной задачей является исследование спектра собственных частот и собственных форм колебаний в окрестности нерегулярных точек границы области и на внутренней границе раздела областей в зависимости от геометрии и упругих параметров стыкуемых областей. В статье поставлены и решены следующие задачи:

1. Создание методики численного расчета спектра резонансных частот в программном комплексе ANSYS. Численное исследование проводится для детали, не имеющей начальных напряжений.
2. Определение динамических характеристик напряженно-деформированного состояния при установившихся колебаниях исследуемой составной детали.
3. Численный сравнительный анализ локальных характеристик волнового поля на различных резонансных частотах с целью определения наиболее опасных с точки зрения прочности собственных частот.
4. Исследование влияния геометрии стыкуемых областей на характер локальной концентрации напряжений.
5. Формулировка выводов проведенного анализа и перспектив дальнейших исследований.

Постановка задачи и численное исследование

Первым этапом исследования является определение и анализ спектра резонансных частот тела, состоящего из трех состыкованных однородных призматических трехмерных областей с различными упругими параметрами (рисунок 1).

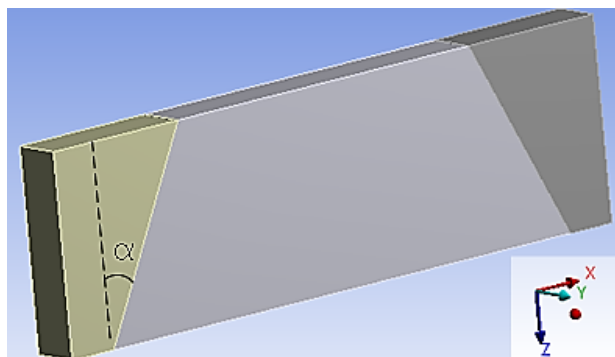


Рисунок 1 – Геометрия области

Численный анализ спектра частот основан на компьютерном моделировании и последующем модальном анализе в конечно-элементном комплексе ANSYS Mechanical 2019 R2. В

данной работе приведен расчет свободных колебаний без учета предварительных напряжений.

Материал внешних наплавов областей – конструкционная сталь (Structural Steel), материал внутренней области – магний. Они соответственно представлены в библиотеке материалов программного комплекса. Тестовая модель внутренней области представляет собой прямоугольную пластину, линейный размер которой по оси x равен 0,22 м, по оси z – 0,08 м. Ширина внешних областей при $\alpha = 0^\circ$ – 0,02 м и в численном исследовании при изменении α может варьироваться, в связи с чем форма наплавов будет трапецией. Толщина призмы h изменяется в пределах от 0,001 м до 0,03 м.

При численном анализе определялись первые 14 собственных частот и собственных форм колебаний. Форма стыковки внутренней области и наплавов – жесткое сцепление. Граница контакта предполагалась гладкой. При исследовании волновых характеристик никакие условия закрепления на призматическую область не накладывались. Поскольку при таких условиях данная область имеет шесть степеней свободы (три линейные и три угловые), то первые шесть собственных («твердотельных») форм игнорировались. Данные формы не имеют физического смысла при установившихся колебаниях.

На рисунке 2 представлена зависимость значений найденных резонансных частот от толщины призмы при $\alpha = 0$. Если увеличивать толщину призматической области от 0,001 м до 0,03 м, то масса всего тела увеличивается и значения собственных частот растут. На рисунке 2 отчетливо видно, что скорость увеличения значения резонансной частоты растет в зависимости от ее номера. Начиная от значения толщины где $h \approx 9 \cdot 10^{-3}$ м, появляется постоянная частота, не изменяющаяся с дальнейшим увеличением толщины $\omega_r \approx 3100$ Гц, которую можно считать частотой толщинного краевого резонанса и которая не зависит от толщины [7, 8]. Номер частоты ω_r уменьшается с ростом значения h (линия 1 на рисунке 2). С дальнейшим ростом толщины имеем еще одну такую более высокую частоту (линия 2 на рисунке 2). Как показали дальнейшие расчеты, динамические краевые эффекты на этой частоте выражены гораздо слабее.

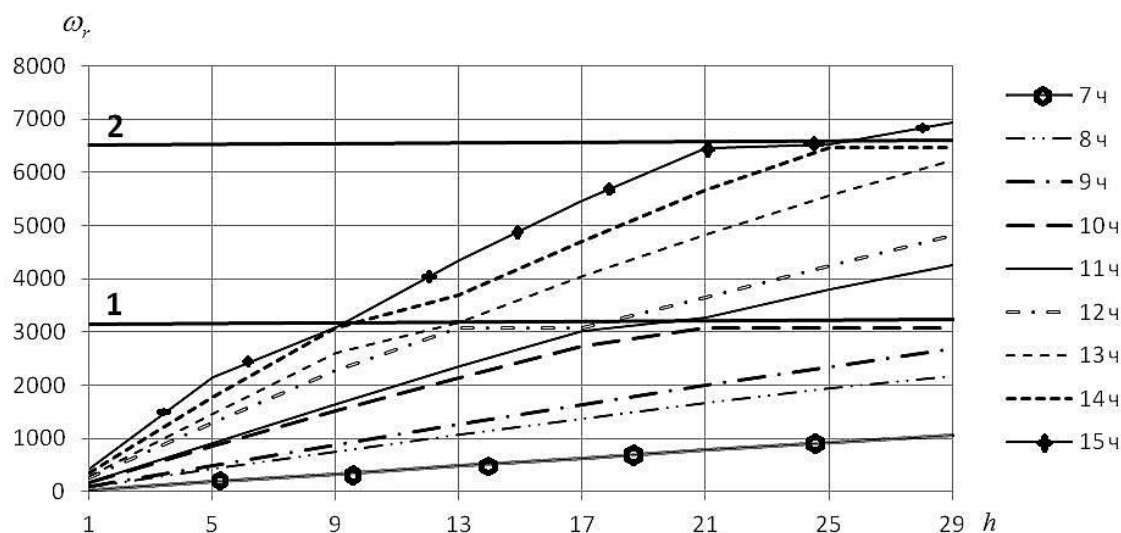


Рисунок 2 – Спектр собственных частот в зависимости от толщины призмы

Наиболее действенным способом предотвращения разрушения конструкций при резонансе является выбор режима вибрационной нагрузки и геометрии тела, собственная частота колебаний которой отличается от ее рабочей частоты. Наиболее актуален этот вывод для первых собственных форм и, особенно, для собственной формы колебаний на частоте краевого резонанса.

Поэтому представляется интересным качественный и количественный анализ распределения характеристик волнового поля в сингулярных зонах границы тела и в окрестности внутренних поверхностей раздела.

Результаты численного анализа для кусочно-неоднородной трехмерной призмы представлены на рисунках 3–6, где изображены эпюры изменения собственных напряжений σ_x на внешней границе тела на различных собственных частотах при $\alpha = 20^\circ$.

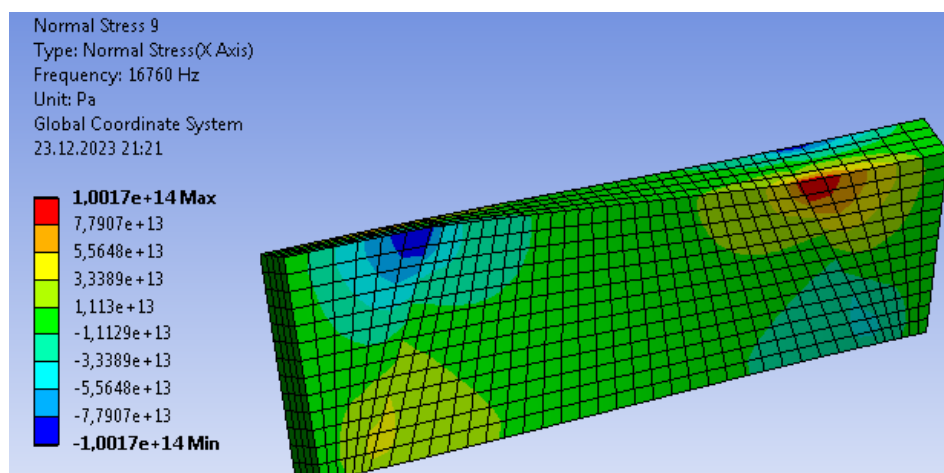


Рисунок 3 – Распределение напряжений σ_x на 3-й собственной частоте

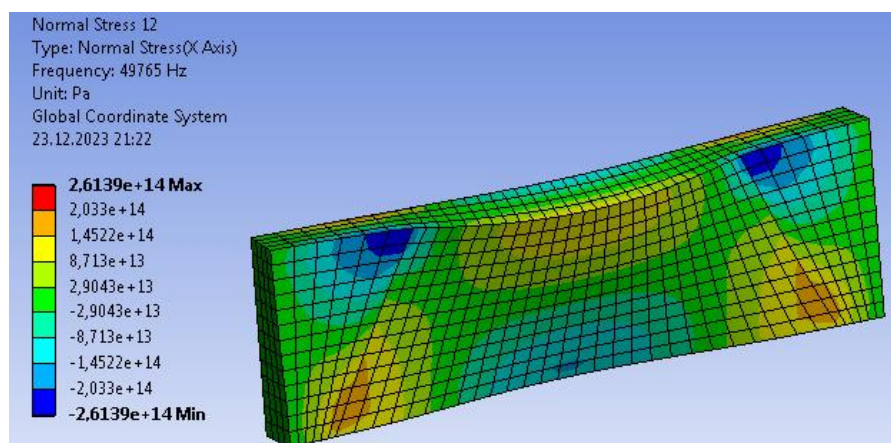


Рисунок 4 – Распределение напряжений σ_x на 6-й собственной частоте

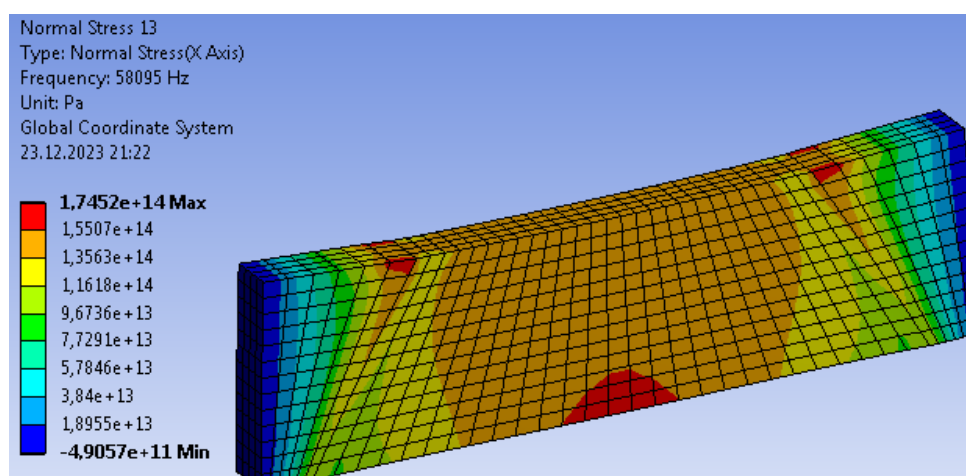


Рисунок 5 – Распределение напряжений σ_x на 7-й собственной частоте

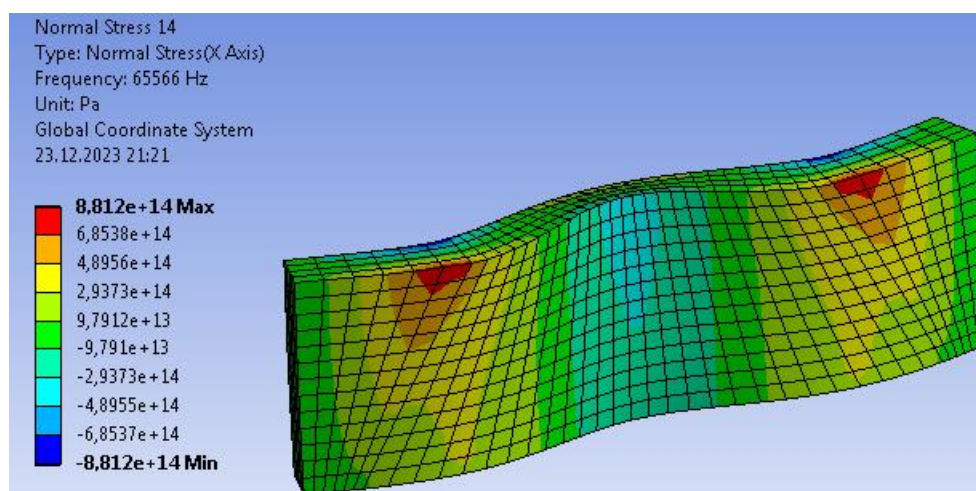


Рисунок 6 – Распределение напряжений σ_x на 8-й собственной частоте

Распределение напряжений существенно зависит от номера собственной частоты. Если на третьей собственной частоте практически отсутствуют зоны локальной концентрации напряжений, то уже на шестой эти зоны ярко выражены (локальные напряжения увеличиваются в 2,5 раза). Прочностной расчет на этой частоте обязательно должен учитывать максимальные значения растягивающих и сжимающих напряжений в зоне концентраторов напряжений. Практически на всех частотах имеем несколько зон концентрации напряжений, для которых обычные теории прочности не применимы. Если проанализировать данные представленных рисунков, можно сделать вывод, что, если не учитывать локальную концентрацию напряжений, ошибка может достигать 800 %!

Следует отметить, что с увеличением толщины призмы локальные и краевые динамические эффекты затухают. Это можно объяснить следствием общего увеличения массы тела. Однако, даже при большой массе тела локальные динамические эффекты не пропадают. Особенно явно это прослеживается на частотах краевого резонанса.

Следующий этап численного анализа связан с влиянием геометрии стыкуемых областей, а именно угла асимметрии α на величину и характер распределения локальных напряжений. На рисунках 7–8 представлено распределение нормальных напряжений σ_x на 7-й собственной частоте при $\alpha = 20^\circ$ и $\alpha = 50^\circ$.

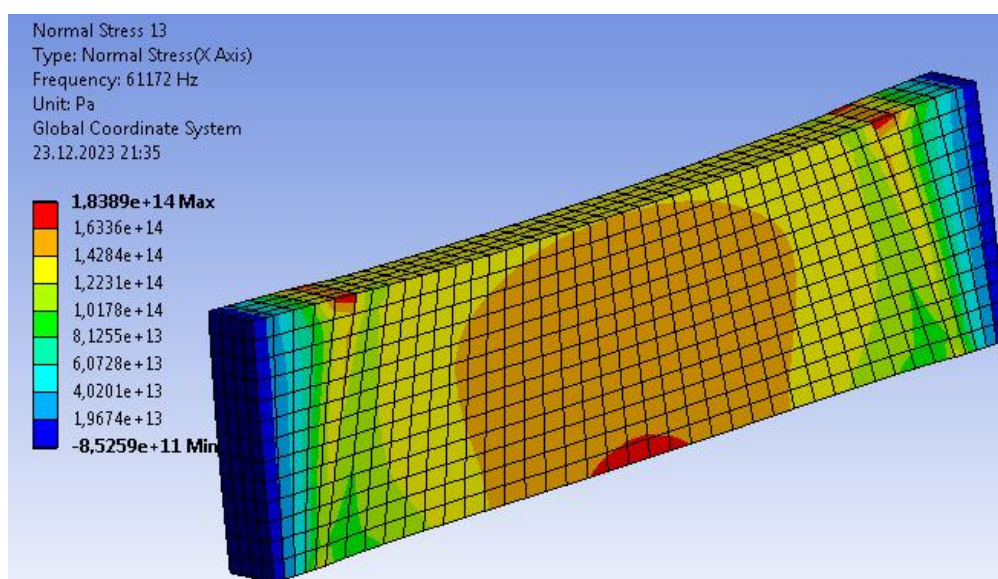


Рисунок 7 – Распределение напряжений σ_x на 7-й собственной частоте при $\alpha = 20^\circ$

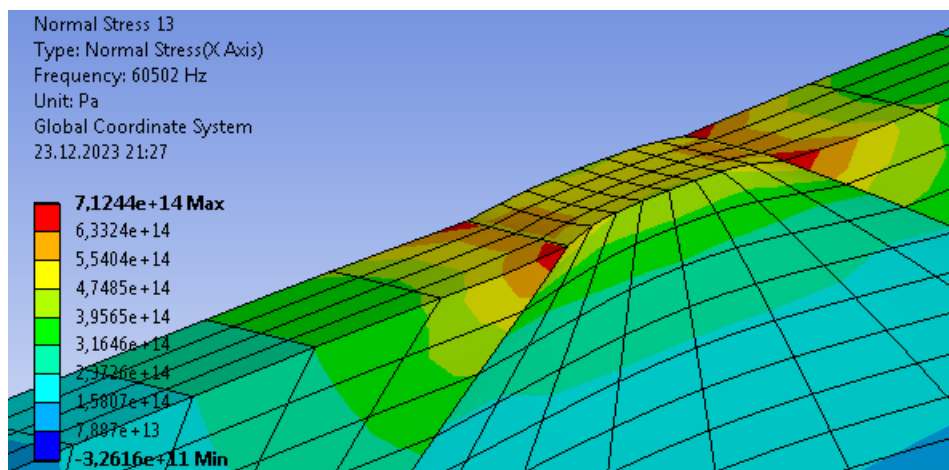


Рисунок 8 – Распределение напряжений σ_x на 7-й собственной частоте при $\alpha = 50^\circ$

При увеличении значения угла α на некоторых частотах наблюдается ярко выраженная концентрация напряжений на внешней границе наплавки и на внешних вершинах области, что так же следует рассматривать как повод для конструктивных изменений подобных неоднородных элементов конструкций.

Из данных на представленных рисунках следует, что с увеличением значения α и соответственно с увеличением массы наплавки интенсивность локальной концентрации напряжений существенно увеличивается. Рост максимальных напряжений наблюдается в 7 раз. Это нужно обязательно учитывать при проектировании неоднородных элементов конструкций.

При больших значениях α наблюдается существенная концентрация напряжений по толщине области. На рисунке 9 представлено распределение поля напряжений σ_x на торце трехмерной области при $\alpha = 60^\circ$ и частоте краевого резонанса $\omega = 66041$ Гц. Сжимающие напряжения достигают на этой частоте своего максимального значения, значительно превышающего соответствующие значения на всем рассматриваемом частотном диапазоне. При малых значениях α и на других резонансных частотах этот эффект отсутствует.

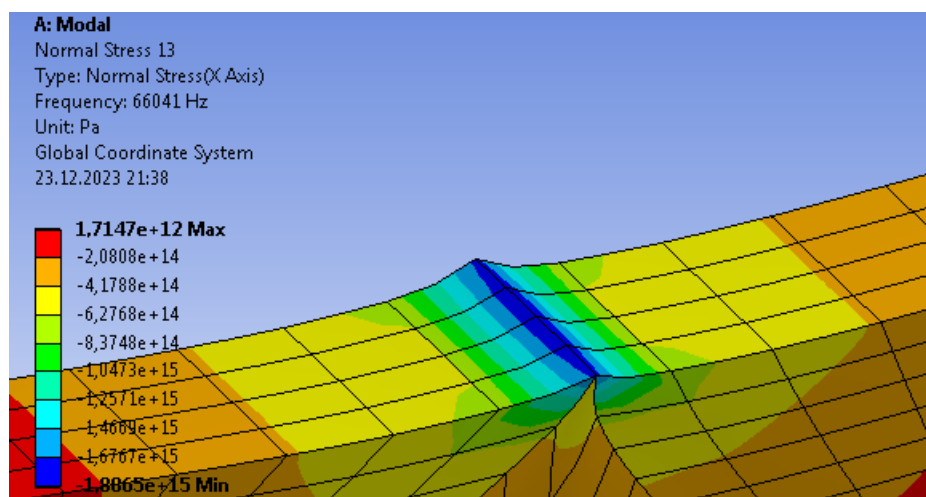


Рисунок 9 – Распределение напряжений σ_x на 7-й собственной частоте при $\alpha = 60^\circ$

Выводы

По данному исследованию справедливы следующие выводы:

1. С ростом толщины призматической детали имеем рост значений резонансных частот. Скорость роста значений частот возрастает с ростом номера собственной частоты.

2. На спектре частот, начиная с некоторого значения толщины, появляются частоты краевого резонанса, характеризующиеся появлением плато в спектральной области. Это является причиной появления пограничных эффектов при установившихся колебаниях области.

3. Характер динамического напряженно-деформированного состояния существенно зависит от номера собственной частоты. С увеличением номера собственной частоты интенсивность локальной концентрации напряжений увеличивается. Но на высоких частотах локальные динамические эффекты затухают.

4. При увеличении массы наплавки и угла асимметрии области увеличивается интенсивность локальной концентрации напряжений, и появляются зоны интенсивности на торце области.

Представленный модальный анализ свободных колебаний кусочно-неоднородной упругой призматической области является первым этапом динамического анализа, т. к. на его основе можно проводить анализ вынужденных колебаний и нестационарных задач.

В качестве перспектив дальнейших исследований можно предложить следующие направления исследования:

1. Изменение геометрии стыкуемых областей. Переход к анализу свободных колебаний несимметричных кусочно-неоднородных областей.

2. Рассмотрение различных сочетаний упругих параметров наплавки и внутренней области, что, конечно, скажется на величине интенсивности локальной концентрации напряжений. Возможно рассмотрение колебаний области, состоящей из трех состыкованных призматических тел, каждое из которых имеет разные упругие характеристики.

3. Одним из направлений исследования может стать рассмотрение наплавки или внутренней области, выполненных из функционально-градиентных материалов.

4. Анализ собственных форм при таком значении угла асимметрии, при котором наплавки сойдутся. В этом случае будем иметь стык трех областей. Анализ напряженного состояния в такой сингулярной точке, несомненно, представляет теоретический и практический интерес.

Список литературы

1. Ватульян, А. О. Об оценке законов радиальной неоднородности в цилиндрическом волноводе / А. О. Ватульян, В. О. Юров // *Акустический журнал*. – 2020. – Т. 66, № 2. – С. 119–127.
2. Вовк, Л. П. Особенности локальной концентрации волнового поля на границе раздела упругих сред / Л. П. Вовк. – Донецк : Норд-Пресс, 2004. – 267 с.
3. Вовк, Л. П. Анализ спектра резонансных частот неоднородной упругой призматической детали с учетом ее толщины / Л. П. Вовк, Е. С. Кисель, И. В. Даниленко // *Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute*. – 2020. – № 3(34). – С. 20–26.
4. Глушков, Е. В. Гибридная численно-аналитическая схема для расчета дифракции упругих волн в локально неоднородных волноводах / Е. В. Глушков, Н. В. Глушкова, А. А. Евдокимов // *Акустический журнал*. – 2018. – Т. 64, № 1. – С. 3–12.
5. Быков, В. Г. Прохождение через резонанс статически неуравновешенного ротора с «неидеальным» автобалансирующим устройством / В. Г. Быков, А. С. Ковачев // *Вестник СПбГУ. Математика. Механика. Астрономия*. – 2017. – Т. 4(62), вып. 4. – С. 671–680.
6. Вильде, М. В. Краевые и интерфейсные резонансные явления в упругих телах / М. В. Вильде, Ю. Д. Каплунов, Л. Ю. Коссович. – Москва : Физматлит, 2010. – 280 с. – ISBN 978-5-9221-1280-2.
7. Laser-generated Rayleigh wave for width gauging of subsurface lateral rectangular defects / Chuanyong Wang, Anyu Sun, Xiaoyu Yang [et al.] // *Journal of Applied Physics*. – 2018. – № 124(6) – P. 124–130.
8. Sinclair, G. B. Stress singularities in classical elasticity-I: Removal, interpretation and analysis / G. B. Sinclair // *Applied Mechanics Reviews*. – 2004. – Vol. 57, № 4. – P. 251–297.

Л. П. Вовк, Е. С. Кисель
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Пространственный анализ резонансных волновых характеристик
кусочно-неоднородных деталей

Динамической конечно-элементной модели принадлежит ключевая роль в решении комплексной задачи обеспечения вибропрочности конструкции изделия. Современная вычислительная техника, программные продукты, испытательно-измерительные комплексы позволяют создать подробную модель конструкции изделия, а на основе эксперимента отстроить и подтвердить ее достоверность. Решение данных задач возможно в современных системах конечно-элементного анализа. Программа ANSYS является одной из самых универсальных, развивающихся и популярных систем конечно-элементного анализа у специалистов, занимающихся автоматизированными инженерными расчетами (CAE, Computer-Aided Engineering). Конечно-элементная модель автомобильной детали является надежным инструментом анализа прочности изделия при изменении условий его эксплуатации, изменениях его конструкции, а также при создании новых изделий подобного класса. Методологическая ценность данного исследования заключается в разработке алгоритма исследования спектра собственных частот и собственных форм колебаний трехмерной призматической детали в окрестности нерегулярных точек границы области и на внутренней границе раздела областей в зависимости от геометрии и упругих параметров стыкуемых областей. Практический интерес представляет качественный и количественный пространственный анализ математических и механических характеристик волнового поля, а также их влияние на прочностные изменения в призматической детали. Объект исследования – кусочно-неоднородная трехмерная призма. При построении алгоритма, в основу расчета определения собственных частот и форм (мод) собственных колебаний проушины положен модальный анализ (определение собственных частот и форм (мод) собственных колебаний). Поставленная задача решалась методом конечных элементов в пакете ANSYS. Метод решения и проведенный модальный анализ помогли установить параметры колебаний призматической детали: было проведено исследование спектра резонансных частот и собственных форм колебаний в зависимости от упругих и геометрических параметров детали определены собственные частоты и формы колебаний. Используя данную методику можно предотвращать возникновение опасных напряжений в конструкциях путем моделирования мероприятий по устранению резонансных частот в модели исследуемой автомобильной детали.

ВОЛНОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЛОКАЛЬНЫЕ КРАЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ, СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ И ФОРМЫ КОЛЕБАНИЙ, СИНГУЛЯРНЫЕ ЗОНЫ, ТОЛЩИННЫЙ РЕЗОНАНС, МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

L. P. Vovk, E. S. Kisel
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Spatial Analysis of Resonant Wave Characteristics of Piecewise Inhomogeneous Parts

The dynamic finite element model plays a key role in solving the complex problem of ensuring the vibration strength of a product structure. Modern computer technology, software products, and testing and measuring systems make it possible to create a detailed model of the product design, and, based on experiment, to build and confirm its accuracy. The solution of these problems is possible in modern finite element analysis systems. The ANSYS program is one of the most universal, developing and popular finite element analysis systems among specialists involved in automated engineering calculations (CAE, Computer-Aided Engineering). The finite element model of an automobile part is a reliable tool for analyzing the strength of a product when its operating conditions change, changes in its design, as well as when creating new products of a similar class. The methodological value of this study lies in the development of an algorithm for studying the spectrum of natural frequencies and natural vibration modes of a three-dimensional prismatic part in the vicinity of irregular points of the domain boundary and at the internal interface of the domains, depending on the geometry and elastic parameters of the joined domains. The qualitative and quantitative spatial analysis of the mathematical and mechanical characteristics of the wave field, as well as their influence on strength changes in a prismatic part is of practical interest. The object of study is a piecewise inhomogeneous three-dimensional prism. When constructing the algorithm, the basis for calculating the determination of natural frequencies and modes (modes) of natural vibrations of the eyelet is based on modal analysis (determining natural frequencies and modes of natural vibrations). The problem was solved using the finite element method in the ANSYS package. The solution method and the conducted modal analysis helped to establish the vibration parameters of the prismatic part: a study was carried out on the spectrum of resonant frequencies and natural modes of vibration depending on the elastic and geometric parameters of the part; the natural frequencies and modes of vibration were determined. Using this technique, it is possible to prevent the

occurrence of dangerous stresses in structures by modeling measures to eliminate resonant frequencies in a model of the automotive part under study.

WAVE CHARACTERISTICS, LOCAL EDGE EFFECTS, NATURAL FREQUENCIES AND VIBRATION FORMS, SINGULAR ZONES, THICKNESS RESONANCE, FINITE ELEMENT METHOD

Сведения об авторах:

Л. П. Вовк

SPIN-код РИНЦ: 9860-6682
Телефон: +7 949 301-98-55
Эл. почта: leonidvovk166@gmail.com

Е. С. Кисель

SPIN-код РИНЦ: 7676-8943
Телефон: +7 949 443-74-77
Эл. почта: e.s.kisel@gmail.com

Статья поступила 11.01.2024

© Л. П. Вовк, Е. С. Кисель, 2024

*Рецензент: Е. П. Мельникова, д-р техн. наук, проф.,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

Н. Н. Дудникова, канд. техн. наук, В. Г. Коробейник

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

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕГОНОВ ГЛАВНОГО И ВТОРОСТЕПЕННОГО НАПРАВЛЕНИЙ НА ПОДХОДАХ К НЕРЕГУЛИРУЕМОМУ ПЕРЕКРЕСТКУ ДВУХПОЛОСНЫХ ГОРОДСКИХ УЛИЦ В ОДНОМ УРОВНЕ

Разработан расчет пропускной способности перегонов главного и второстепенного направлений на подходах к нерегулируемому перекрестку двухполосных городских улиц в одном уровне.

Полученные формулы позволяют учитывать уменьшение пропускной способности на подходах к площади перекрестка за счет снижения скоростей транспортных средств в условиях восприятия водителями движения на подходах к перекрестку, а также с учетом возможности осуществления маневров поворота направо и налево.

Ключевые слова: *способность пропускная, перегон автомобильной дороги, перекресток нерегулируемый, двухполосная городская улица, направление движения*

Постановка проблемы

Развитие улично-дорожной сети городов в условиях значительного прироста показателей автомобилизации приобретает значительную актуальность и важность для социально-экономического развития страны. Одним из главных факторов указанного направления является увеличение пропускной способности улично-дорожной сети. Существенным образом на характеристики пропускной способности улично-дорожных сетей оказывают влияние транспортные узлы в виде перекрестков улиц. В настоящее время большая часть перекрестков городских улиц и дорог реализована в виде двухполосных перекрестков в одном уровне. Правильный расчет или прогноз пропускной способности указанных пересечений позволит более объективно прогнозировать пропускную способность улично-дорожной сети и, как следствие, более эффективно решать транспортные и социальные проблемы городов.

Указное выше раскрывает актуальность разработки методики расчета пропускной способности перегонов главного и второстепенного направлений на подходах к нерегулируемому перекрестку двухполосных городских улиц в одном уровне.

Анализ последних исследований и публикаций

Пропускная способность улиц или их перекрестков в настоящее время рассматривается как максимальное часовое количество людей или транспортных средств, которые, как ожидается, способны пересечь точку или однородную секцию полосы или проезжей части в течение заданного периода времени при доминирующих дорожно-транспортных условиях и условиях управления, при этом подразумевается, что влияние последующих участков отсутствует [1–7]. Также необходимо отметить, что пропускная способность улицы является не абсолютным максимумом наблюдаемой интенсивности потока, а средним значением, достигаемым за значимый период времени.

Максимальное воздействие на снижение пропускной способности улично-дорожной сети города оказывают нерегулируемые перекрестки улиц в одном уровне.

Целью исследования является расчет пропускной способности перегонов главного и второстепенного направлений на подходах к нерегулируемому перекрестку двухполосных городских улиц в одном уровне.

Изложение основного материала исследования

Максимальная плотность транспортного потока $\bar{q}_{\max \varepsilon}$, $\bar{q}_{\max \varepsilon}$ на подходах к площади перекрестка главного и второстепенного направлений должна быть приведена к легковому составу транспортного потока:

$$\bar{q}_{\max \varepsilon} = \frac{n_{np\varepsilon}}{L_{\varepsilon}} = \frac{1}{L_{\varepsilon}} \left(\sum_{i=1}^k (n_{\varepsilon_i} \cdot K_{np_i}) \right), \quad (1)$$

$$\bar{q}_{\max \varepsilon} = \frac{n_{np\varepsilon}}{L_{\varepsilon}} = \frac{1}{L_{\varepsilon}} \left(\sum_{i=1}^k (n_{\varepsilon_i} \cdot K_{np_i}) \right), \quad (2)$$

где $n_{np\varepsilon}$, $n_{np\varepsilon}$ – количество приведенных транспортных средств на подходах с главного и второстепенного направлений к площади перекрестка;

L_{ε} , L_{ε} – длина подходов к площади перекрестка с главного и второстепенного направлений;

k – общее количество определенных типов транспортных средств, учитываемое при приведении состава движения на подходах к площади перекрестка;

n_{ε_i} , n_{ε_i} – количество транспортных средств i -го типа в составе движения на подходах к площади перекрестка главного и второстепенного направлений;

K_{np_i} – коэффициент приведения i -го типа транспортных средств к условному легковому [7]:

– легковые транспортные средства	1,0
– мотоциклы с коляской	0,75
– грузовые транспортные средства с грузоподъемностью до 2 т	1,5
– грузовые транспортные средства с грузоподъемностью 2–5 т	1,7
– грузовые транспортные средства с грузоподъемностью 5–8 т	2,0
– грузовые транспортные средства с грузоподъемностью 8–14 т	3,0
– автобусы	2,5
– троллейбусы	3,0
– микроавтобусы	1,5
– автопоезда грузоподъемностью до 12 т	3,5
– автопоезда грузоподъемностью 20–30 т	5,0

Уменьшения пропускной способности полос ΔP_{ε} , ΔP_{ε} , связанные с восприятием водителями движения пешеходов главного и второстепенного направлений предлагается рассчитывать по следующим формулам:

$$\Delta P_{\varepsilon} = \Delta V_{\varepsilon} \cdot \bar{q}_{\varepsilon}, \quad (3)$$

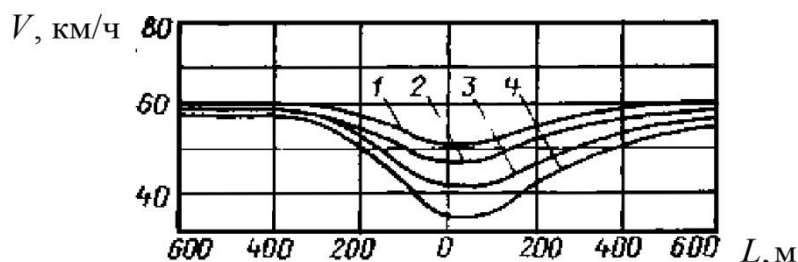
$$\Delta P_{\varepsilon} = \Delta V_{\varepsilon} \cdot \bar{q}_{\varepsilon}, \quad (4)$$

где ΔV_{ε} , ΔV_{ε} – снижения скоростей движения транспортных потоков на подходах к площади перекрестка за счет отвлечения внимания водителей для оценки движения пешеходов в главном и второстепенном направлениях;

$\bar{q}_{\varepsilon}$, $\bar{q}_{\varepsilon}$ – средние плотности движения транспортных средств на подходах к площади перекрестка в главном и второстепенном направлениях.

Значения снижения скоростей движения транспортных потоков на подходах к площади

перекрестка за счет отвращения внимания водителей для оценки движения на площади перекрестка в главном и второстепенном направлениях можно определить с использованием графической зависимости, представленной на рисунке 1.



- 1) $N = 84$ авт/ч, $M = 12$ авт/ч; 2) $N = 112$ авт/ч, $M = 47$ авт/ч;
 3) $N = 232$ авт/ч, $M = 63$ авт/ч; 4) $N = 245$ авт/ч, $M = 106$ авт/ч;

N, M – интенсивности движения по главной и второстепенной улицам

Рисунок 1 – Изменение скорости движения транспортного потока по главной дороге при проезде через перекресток улиц в одном уровне [8]

Уменьшения пропускной способности полос $\Delta P_{нг}$, $\Delta P_{пв}$, связанные с маневрами транспортных средств при повороте направо с главного и второстепенного направлений, предлагается рассчитывать по следующим формулам:

$$\Delta P_{нг} = V_{свг} \cdot \bar{q}_{\max г} - B_{нг}, \quad (5)$$

$$\Delta P_{пв} = V_{свв} \cdot \bar{q}_{\max в} - B_{пв}, \quad (6)$$

где $V_{свг}$, $V_{свв}$ – скорость движения по главному и второстепенному направлениям;

$B_{нг}$, $B_{пв}$ – значения пропускных способностей полос, при наличии поворота направо для главного и второстепенного направлений.

Отметим, что значения $B_{нг}$, $B_{пв}$ необходимо рассчитывать «в чистом виде» без учета влияния на них движения конфликтных направлений на площади перекрестка, что позволит осуществить расчет потоков насыщения для отдельных направлений на перекрестке.

Известно, что пропускная способность полосы снижается за счет маневров транспортных средств следующим образом [9]:

$$B_n = M_n \cdot \frac{100}{a + 1,75 \cdot b + 1,25 \cdot c}, \quad (7)$$

где B_n – пропускная способность полосы движения;

M_n – максимальная пропускная способность полосы движения;

a – процент транспортных средств, которые осуществляют движение прямо;

b – процент транспортных средств, которые осуществляют движение налево;

c – процент транспортных средств, которые осуществляют движение направо.

Если учитывать в формуле (7) движение прямо и направо, то пропускная способность направления за счет такого маневра снижается на:

$$\frac{1}{a + 1,25 \cdot c}, \quad (8)$$

где a – доля транспортных средств, которые осуществляют движение прямо;

c – доля транспортных средств, которые осуществляют движение направо.

С учетом нормативного значения пропускной способности полосы и значения (8)

получим значения пропускных способностей полос, при наличии поворота направо для главного и второстепенного направлений:

$$B_{\text{пнг}} = \frac{1}{a_z + 1,25 \cdot c_z} \cdot P_{\text{пг}}, \quad (9)$$

$$B_{\text{пнв}} = \frac{1}{a_6 + 1,25 \cdot c_6} \cdot P_{\text{нв}}, \quad (10)$$

где a_z , a_6 – доли транспортных средств, которые осуществляют движение прямо с полосы главного и второстепенного направлений, при наличии разрешения правого поворота;

c_z , c_6 – доли транспортных средств, которые осуществляют движение направо с полосы главного и второстепенного направлений;

$P_{\text{пг}}$, $P_{\text{нв}}$ – нормативные значения пропускной способности полос главного и второстепенного направлений [9], рисунок 2.

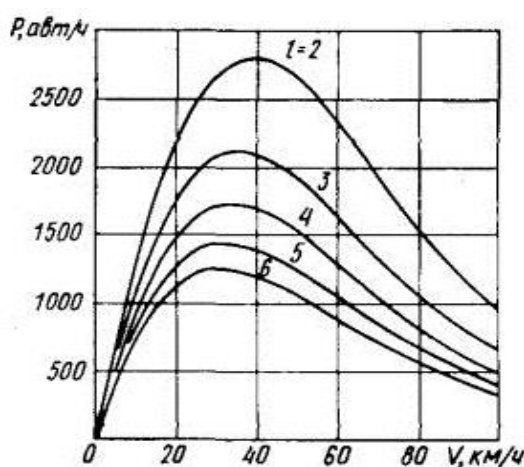


Рисунок 2 – Изменение нормативной пропускной способности полосы городской улицы в зависимости от скорости движения [9]

Значения (5) и (6) с учетом (1), (2) и (9), (10) примут вид:

$$\Delta P_{\text{пнг}} = \frac{V_{\text{вз}}}{L_z} \left(\sum_{i=1}^k (n_{z_i} \cdot K_{\text{пг}_i}) \right) - \frac{1}{a_z + 1,25 \cdot c_z} \cdot P_{\text{пг}}, \quad (11)$$

$$\Delta P_{\text{пнв}} = \frac{V_{\text{вв}}}{L_6} \left(\sum_{i=1}^k (n_{6_i} \cdot K_{\text{пв}_i}) \right) - \frac{1}{a_6 + 1,25 \cdot c_6} \cdot P_{\text{нв}}. \quad (12)$$

Уменьшения пропускной способности полос $\Delta P_{\text{пнг}}$, $\Delta P_{\text{пнв}}$, связанные с маневрами транспортных средств при повороте налево с главного и второстепенного направлений, необходимо рассчитывать по формулам:

$$\Delta P_{\text{пнг}} = V_{\text{свз}} \cdot \bar{q}_{\text{макс}_z} - B_{\text{нлз}}, \quad (13)$$

$$\Delta P_{\text{пнв}} = V_{\text{свв}} \cdot \bar{q}_{\text{макс}_6} - B_{\text{нлв}}, \quad (14)$$

где $B_{\text{нлз}}$, $B_{\text{нлв}}$ – значения пропускных способностей полос, при наличии поворота налево для главного и второстепенного направлений.

Отметим, что значения $B_{\text{нлз}}$, $B_{\text{нлв}}$ необходимо рассчитывать «в чистом виде» без учета влияния на них движения конфликтных направлений на площади перекрестка, что позволит осуществить расчет потоков насыщения для отдельных направлений на перекрестке.

Если учитывать в формуле (7) движение прямо и налево, то пропускная способность направления за счет такого маневра снижается на:

$$\frac{1}{a+1,75 \cdot b}, \quad (15)$$

где a – доля транспортных средств, которые осуществляют движение прямо;

b – доля транспортных средств, которые осуществляют движение налево.

С учетом нормативного значения пропускной способности полосы и значения (13) получим значения пропускных способностей полос при наличии поворота направо для главного и второстепенного направлений:

$$B_{нлз} = \frac{1}{a_z + 1,75 \cdot b_z} \cdot P_{нз}, \quad (16)$$

$$B_{нлв} = \frac{1}{a_v + 1,75 \cdot b_v} \cdot P_{нв}, \quad (17)$$

где b_z , b_v – доли транспортных средств, которые осуществляют движение направо с полосы главного и второстепенного направлений.

Значения (13) и (14) с учетом (1), (2) и (16), (17) примут вид:

$$\Delta P_{лнз} = \frac{V_{6z}}{L_z} \left(\sum_{i=1}^k (n_{zi} \cdot K_{нpi}) \right) - \frac{1}{a_z + 1,75 \cdot b_z} \cdot P_{нз}, \quad (18)$$

$$\Delta P_{лнв} = \frac{V_{6v}}{L_v} \left(\sum_{i=1}^k (n_{vi} \cdot K_{нpi}) \right) - \frac{1}{a_v + 1,75 \cdot b_v} \cdot P_{нв}. \quad (19)$$

Для случая одновременного влияния на пропускную способность полос главного и второстепенного направлений маневров правого и левого поворотов, с учетом (7):

$$\Delta P_{ннз} + \Delta P_{лнз} = \frac{V_{6z}}{L_z} \left(\sum_{i=1}^k (n_{zi} \cdot K_{нpi}) \right) - \frac{1}{a_z + 1,25 \cdot c_z + 1,75 \cdot b_z} \cdot P_{нз}, \quad (20)$$

$$\Delta P_{ннв} + \Delta P_{лнв} = \frac{V_{6v}}{L_v} \left(\sum_{i=1}^k (n_{vi} \cdot K_{нpi}) \right) - \frac{1}{a_v + 1,25 \cdot c_v + 1,75 \cdot b_v} \cdot P_{нв}. \quad (21)$$

Уменьшение пропускной способности полосы второстепенного направления $\Delta P_{нрв}$ в связи с пропуском движения по главному направлению необходимо учитывать, т. к. (18), (19) и (20), (21) получены из расчета отсутствия приоритетного взаимодействия между главным и второстепенным направлениями. Наличие указанного приоритета формирует требование о необходимости уступить дорогу транспортным средствам главного направления вплоть до полной остановки, данный маневр дополнительно формирует снижение пропускной способности полос второстепенного направления.

Необходимость маневрирования транспортных средств второстепенного направления в виде снижения скорости вплоть до полной остановки на подходах к площади перекрестка предлагается учитывать в пропускной способности следующим образом:

$$\Delta P_{нрв} = \Delta V_{нрв} \cdot \bar{q}_v, \quad (22)$$

где $\Delta V_{нрв}$ – снижение скоростей движения транспортных средств на подходах второстепенного направления к площади перекрестка за счет необходимости уступить дорогу транспортным средствам главного направления;

$\bar{q}_\epsilon$ – средняя плотность движения транспортных средств на подходах к площади перекрестка во второстепенном направлении.

С учетом полученных результатов, пропускную способность полосы главного направления на подходах к площади перекрестка рассчитываем следующим образом:

$$P_\epsilon = V_{\epsilon\epsilon} \cdot q_{\max_\epsilon} - \Delta V_{\epsilon\epsilon} \cdot \bar{q}_\epsilon - \left(\frac{V_{\epsilon\epsilon}}{L_\epsilon} \left(\sum_{i=1}^k (n_{\epsilon_i} \cdot K_{np_i}) \right) - \frac{1}{a_\epsilon + 1,25 \cdot c_\epsilon + 1,75 \cdot b_\epsilon} \cdot P_{н\epsilon} \right). \quad (23)$$

С учетом полученных результатов, пропускную способность полосы второстепенного направления на подходах к площади перекрестка рассчитываем следующим образом:

$$P_\epsilon = V_{\epsilon\epsilon} \cdot q_{\max_\epsilon} - \Delta V_{\epsilon\epsilon} \cdot \bar{q}_\epsilon - \left(\frac{V_{\epsilon\epsilon}}{L_\epsilon} \left(\sum_{i=1}^k (n_{\epsilon_i} \cdot K_{np_i}) \right) - \frac{1}{a_\epsilon + 1,25 \cdot c_\epsilon + 1,75 \cdot b_\epsilon} \cdot P_{н\epsilon} \right) - \Delta V_{np\epsilon} \cdot \bar{q}_\epsilon, \\ P_\epsilon = V_{\epsilon\epsilon} \cdot q_{\max_\epsilon} - (\Delta V_{\epsilon\epsilon} + \Delta V_{np\epsilon}) \cdot \bar{q}_\epsilon - \left(\frac{V_{\epsilon\epsilon}}{L_\epsilon} \left(\sum_{i=1}^k (n_{\epsilon_i} \cdot K_{np_i}) \right) - \frac{1}{a_\epsilon + 1,25 \cdot c_\epsilon + 1,75 \cdot b_\epsilon} \cdot P_{н\epsilon} \right). \quad (24)$$

Значения $q_{\max_\epsilon}$, $q_{\max_\epsilon}$ максимальной плотности транспортного потока на полосе главного и второстепенного направлений для транспортного потока из легковых транспортных средств предлагается рассчитывать, исходя из возможности обеспечения безопасности движения в виде остановочного пути в пределах дистанций между легковыми транспортными средствами:

$$d_\epsilon = (t_{1_\epsilon} + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_{\epsilon\epsilon} + \frac{(V_{\epsilon\epsilon})^2}{2 \cdot j} + \Delta_\epsilon, \quad (25)$$

$$d_\epsilon = (t_{1_\epsilon} + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_{\epsilon\epsilon} + \frac{(V_{\epsilon\epsilon})^2}{2 \cdot j} + \Delta_\epsilon, \quad (26)$$

где t_{1_ϵ} , t_{1_ϵ} – время реакции водителя транспортного средства на главном и второстепенном направлениях, с;

t_2 – время срабатывания тормозной системы транспортного средства, с;

t_3 – время нарастания замедления транспортного средства, с;

j – максимальное замедление транспортного средства, м/с² [10]:

$$j = \varphi_x \cdot g, \quad (27)$$

где φ_x – коэффициент продольного сцепления колес транспортного средства с дорожным покрытием, ед.;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

Δ_ϵ – интервал безопасности, м.

Значения t_{1_ϵ} , t_{1_ϵ} рассчитываем по следующей формуле [11]:

$$t_p = t_0 (1 + K_v + K_t + K_L + K_D + K_{30} + K_x + K_\epsilon) + t_1 (1 + K_n + K_j + K_q + K_n), \quad (28)$$

где t_0 – продолжительность выявления сигнала при оптимальных условиях восприятия [11];

K_v – коэффициент, который учитывает скорость движения и соответствующее ей поле концентрации внимания [11];

K_t – коэффициент степени утомления водителя и изменения организации его зри-

тельной работы [11];

K_L – коэффициент монотонности трасы, которая вызвана длинными прямыми участками [11];

K_D – коэффициент, который учитывает наличие и расположение доминанты относительно опасной зоны [11];

K_{zo} – коэффициент, который учитывает наличие и вид средств зрительного ориентирования [11];

K_x – коэффициент светотехнических условий зрительного восприятия и относительной скорости перемещения сигнала в поле зрения [11];

K_e – коэффициент возрастного снижения психофизиологических характеристик зрения водителя [11];

t_1 – наименьшая продолжительность переработки водителем информации и формирования соответствующего действия при оптимальных условиях восприятия [11];

K_n – коэффициент плотности объектов в поле зрения водителя, обусловленный главным образом интенсивностью движения [11];

K_j – коэффициент изменения скорости переработки водителем информации на протяжении рабочего дня [11];

K_q – коэффициент квалификации водителя, который определяет информационную загрузку водителя и количество сформированных ассоциативных связей [11];

K_n – количество одновременно оцениваемых сигналов [11].

Результаты исследований времени реакции водителя в графическом виде приведенных в [11].

С учетом (25)–(26) значения $q_{\max z}$, $q_{\max e}$ в (23) и (24) можно рассчитать:

$$q_{\max z} = \left[(t_{1z} + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_{cz} + \frac{(V_{cz})^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_{xz}} + \Delta_{\delta} + L \right]^{-1}, \quad (29)$$

$$q_{\max e} = \left[(t_{1e} + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_{ce} + \frac{(V_{ce})^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_{xe}} + \Delta_{\delta} + L \right]^{-1}, \quad (30)$$

где L – габаритная длина условного легкового транспортного средства [7].

Значения пропускных способностей подходов к площади перекрестка с главного (23) и второстепенного (24) направлений с учетом (29) и (30):

$$P_z = \frac{V_{cz}}{(t_{1z} + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_{cz} + \frac{(V_{cz})^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_{xz}} + \Delta_{\delta} + L} - \Delta V_{ez} \cdot \bar{q}_z - \left(\frac{V_{ez}}{L_z} \left(\sum_{i=1}^k (n_{zi} \cdot K_{np_i}) \right) - \frac{1}{a_z + 1,25 \cdot c_z + 1,75 \cdot b_z} \cdot P_{nz} \right), \quad (31)$$

$$P_e = \frac{V_{ce}}{(t_{1e} + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_{ce} + \frac{(V_{ce})^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_{xe}} + \Delta_{\delta} + L} - (\Delta V_{ez} + \Delta V_{npz}) \cdot \bar{q}_e - \left(\frac{V_{ez}}{L_e} \left(\sum_{i=1}^k (n_{ei} \cdot K_{np_i}) \right) - \frac{1}{a_e + 1,25 \cdot c_e + 1,75 \cdot b_e} \cdot P_{ne} \right). \quad (32)$$

Выводы

Разработан расчет пропускной способности перегонов главного и второстепенного направлений на подходах к нерегулируемому перекрестку двухполосных городских улиц в одном уровне.

Формулы (31) и (32) позволяют учитывать уменьшение пропускной способности на подходах к площади перекрестка за счет снижения скоростей транспортных средств в условиях восприятия водителями движения на подходах к перекрестку, а также с учетом возможности осуществления маневров поворота направо и налево.

Полученные значения пропускных способностей полос движения на подходах к площади перекрестка не могут быть просто просуммированы для получения значения пропускной способности перекрестка, т. к. не учтено взаимодействие транспортных средств на площади перекрестка.

Указанный аспект будет рассмотрен в следующей работе.

Список литературы

1. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2009. – 352 с. – ISBN 978-5-7695-5874-0.
2. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1990. – 240 с. – ISBN 5-277-00375-4.
3. Проектирование и изыскания пересечений автомобильных дорог / Е. М. Лобанов, В. М. Визгалов, А. П. Шевяков [и др.]. – Москва : Транспорт, 1972. – 232 с.
4. Вероятностные и имитационные подходы к оптимизации автодорожного движения : монография / А. П. Буслаев, А. В. Новиков, В. М. Приходько [и др.] ; под редакцией В. М. Приходько. – Москва : Мир, 2003. – 368 с. – ISBN 5-03-003646-6.
5. Иносэ, Х. Управление дорожным движением / Х. Иносэ, Т. Хамада ; перевод с английского М. П. Печерского ; под редакцией М. Я. Блинкина. – Москва : Транспорт, 1983. – 248 с.
6. Дрю, Дональд Р. Теория транспортных потоков и управление ими / Дональд Р. Дрю ; перевод с английского Е. Г. Коваленко и Г. Д. Шермана ; под редакцией Н. П. Бусленко. – Москва : Транспорт, 1972. – 424 с.
7. Клишковштейн, Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клишковштейн, М. Б. Афанасьев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1997. – 230 с. – ISBN 5-277-01959-6.
8. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. – Москва : Транспорт, 1993. – 271 с. – ISBN 5-277-01402-0.
9. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – Москва : Академкнига, 2005. – 279 с. – ISBN 5-94628-111-9.
10. Домке, Э. Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / Э. Р. Домке. – Москва : Академия, 2009. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-4658-7.
11. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1980. – 311 с.

Н. Н. Дудникова, В. Г. Коробейник

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

**Расчет пропускной способности перегонов главного и второстепенного направлений
на подходах к нерегулируемому перекрестку двухполосных городских улиц в одном уровне**

Развитие улично-дорожной сети городов в условиях значительного прироста показателей автомобилизации приобретает значительную актуальность и важность для социально-экономического развития страны. Одним из главных факторов в указанном направлении является увеличение пропускной способности улично-дорожной сети. Существенным образом на характеристики пропускной способности сетей оказывают влияние транспортные узлы в виде перекрестков улиц. В настоящее время большая часть перекрестков городских улиц и дорог реализована в виде двухполосных перекрестков в одном уровне. Правильный расчет или прогноз пропускной способности указанных пересечений позволит более объективно прогнозировать пропускную способность улично-дорожной сети и как следствие более эффективно решать транспортные, социальные проблемы городов.

Указное выше раскрывает актуальность разработки методики расчета пропускной способности перегонов

главного и второстепенного направлений на подходах к нерегулируемому перекрестку двухполосных городских улиц в одном уровне.

В работе разработан расчет пропускной способности перегонных главного и второстепенного направлений на подходах к нерегулируемому перекрестку двухполосных городских улиц в одном уровне.

Полученные формулы позволяют учитывать уменьшение пропускной способности на подходах к площади перекрестка за счет снижения скоростей транспортных средств в условиях восприятия водителями движения на подходах к перекрестку, а также с учетом возможности осуществления маневров поворота направо и налево.

Полученные значения пропускных способностей полос движения на подходах к площади перекрестка не могут быть просто просуммированы для получения значения пропускной способности перекрестка, т. к. не учтено взаимодействие транспортных средств на площади перекрестка.

СПОСОБНОСТЬ ПРОПУСКНАЯ, ПЕРЕГОН АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ, ПЕРЕКРЕСТОК НЕРЕГУЛИРУЕМЫЙ, ДВУХПОЛОСНАЯ ГОРОДСКАЯ УЛИЦА, НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ

N. N. Dudnikova, V. G. Korobeinik

*Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka*

**Capacity Calculation of the Sections of the Main and Secondary Directions at the Approaches
to an Unregulated Intersection of Two-Lane City Streets at One Level**

The development of the city road network in the context of the significant increase in motorization rates is acquiring significant relevance and importance for the socio-economic development of the country. One of the main factors in this direction is increasing the capacity of the road network. The characteristics of the network throughput are significantly influenced by transport nodes in the form of street intersections. Currently, most of the intersections of city streets and roads are implemented in the form of two-lane intersections at one level. Correct calculation or forecast of the capacity of these intersections will make it possible to more objectively predict the capacity of the road network and, as a result, more effectively solve transport and social problems of cities.

The above reveals the relevance of developing a methodology for calculating the capacity of sections of the main and secondary directions at the approaches to an unregulated intersection of two-lane city streets at the same level.

The work has developed a capacity calculation of sections of the main and secondary directions at the approaches to an unregulated intersection of two-lane city streets at one level.

The resulting formulas make it possible to take into account the reduction in the capacity on the approaches to the intersection area due to the reduction in vehicle speeds in conditions of drivers' perception of traffic on the approaches to the intersection, as well as taking into account the possibility of making right and left turn maneuvers.

The obtained values of the traffic lane capacity on the approaches to the intersection area cannot be simply summed up to obtain the intersection capacity value, because the interaction of vehicles in the intersection area is not taken into account.

CAPACITY, HIGHWAY SPAN, UNCONTROLLED INTERSECTION, TWO-LANE CITY STREET, TRAFFIC DIRECTION

Сведения об авторах:

Н. Н. Дудникова

SPIN-код РИНЦ: 1424-1363

Телефон: +7 949 412-79-04

Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

В. Г. Коробейник

Телефон: +7 949 412-79-04

Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

Статья поступила 16.01.2024

© Н. Н. Дудникова, В. Г. Коробейник, 2024

Рецензент: Д. Н. Самисько, канд. техн. наук,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

Н. Н. Дудникова, канд. техн. наук, В. И. Кондрашева

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

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК РАСЧЕТА ПРОПУСКНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ ПОЛОС ПЕРЕГОНА ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ

Разработаны методики расчета пропускных способностей первой и второй полос перегона городской улицы. В методиках учтены: скорости свободного движения транспортных средств по полосам; максимальные плотности движения транспортных средств по полосам; средние и максимальные интенсивности движения пешеходных потоков в условиях наличия наземных пешеходных переходов; средние плотности движения транспортных потоков по полосам; характеристики маневрирования транспортных средств в условиях смены полосы движения; характеристики маневрирования транспортных средств в условиях объезда транспортного средства, стоящего у края проезжей части первой полосы; характеристики кинематики движения транспортных средств при выполнении правого поворота для первой полосы и при выполнении левого поворота для второй полосы.

Ключевые слова: методика расчета, пропускная способность дороги, полоса движения дороги, маневр автомобиля, перегон дороги

Постановка проблемы

Рост интенсивности движения на улицах современных городов приводит к необходимости принятия существенных мер к увеличению пропускной способности соответствующих перегонов. Основным мероприятием по увеличению пропускной способности перегонов городских улиц является строительство дополнительных полос движения. Зачастую указанное строительство связано с организацией второй полосы движения в одном направлении для двухполосной городской улицы и ее превращения в улицу с четырьмя полосами движения.

Интенсивное маневрирование транспортных средств при выполнении поворотов направо, налево и остановки у края проезжей части приводят к созданию индивидуальных условий движения по первой и второй полосам перегона улицы. Очереди транспортных средств, как подвижные, так и неподвижные, приводят к снижению пропускной способности полос и улицы, к формированию ударных волн в транспортном потоке и образованию заторов. Указанное раскрывает актуальность и необходимость совершенствования существующей методики назначения пропускной способности соответствующих полос движения городских улиц до уровня расчетной методики, учитывающей индивидуальные особенности маневрирования транспортных средств в пределах конкретного перегона улицы.

Анализ последних исследований и публикаций

Анализ исследований [1–10] показал, что эффективность улично-дорожной сети города при пропуске транспортных средств определяется двумя основными факторами: пропускной способностью перегонов и перекрестков улиц. Пропускная способность перегонов городских улиц является основой в построении улично-дорожной сети города.

Пропускная способность многополосного движения на городских улицах формируется неравномерно. Уменьшение пропускной способности каждой последующей полосы осуществляется от крайней правой. Основным фактором снижения пропускной способности указанных полос являются маневры транспортных средств по смене полосы движения.

Целью исследования является разработка методик расчета пропускных способностей первой и второй полос перегона городской улицы.

Изложение основного материала исследования

Понятие пропускной способности перегона городской улицы принимаем как максимальное часовое количество людей или транспортных средств, которые, как ожидается, способны пересечь точку или однородную секцию полосы или проезжей части в течение заданного периода времени при доминирующих дорожно-транспортных условиях и условиях управления. При этом подразумевается, что влияние последующих участков отсутствует [1–10].

При определении пропускной способности необходимо учитывать основные положения гидродинамической теории транспортного потока и положения закона сохранения «количества транспортных средств». Исходя из указанных положений при определении пропускной способности учитываем следующие аспекты: транспортный поток, как совокупность транспортных средств, движущихся по дороге, необходимо разделять по полосам движения; между полосами движения присутствует возможность перестроения транспортных средств; по каждой полосе существует ограничение максимальной скорости движения транспортных средств; по каждой полосе существует ограничение движения отдельных типов транспортных средств; по крайней правой полосе может быть разрешено перестроение в рамках придорожных сооружений; по каждой полосе движения присутствует возможность взаимодействия с пешеходным потоком.

Положения гидродинамической теории транспортного потока и закона сохранения «количества транспортных средств» позволяют также описывать формирование пропускной способности перегона улицы в виде суммирования и вычитания значений при учете каких-либо маневров вне полос движения.

В зависимости, представленной в [4], произведение скорости движения одиночных транспортных средств по конкретной полосе на рассматриваемом участке дороги и соответствующей максимальной плотности транспортного потока дает предельное, гипотетическое, значение пропускной способности полосы движения, которое необходимо уменьшить:

- на составляющую, связанную с восприятием водителями движения пешеходов;
- на составляющую, связанную с возможностью перестроения транспортных средств на соседнюю полосу;
- на составляющую, связанную с подвижными и неподвижными очередями на полосах при поворотах налево;
- на составляющую, связанную с подвижными и неподвижными очередями на полосах при поворотах направо;
- на составляющую, связанную с подвижными и неподвижными очередями на полосах при поворотах на стоянки;
- на составляющую, связанную с наличием пешеходных переходов на протяженности перегонов.

Соответственно для первой и второй полосы получим формулы:

$$P_1 = V_{с\epsilon 1} \cdot q_{\max 1} - \Delta P_{\epsilon 1} + \Delta P_{сн 1} - \Delta P_{нн} - \Delta P_{сн} ; \quad (1)$$

$$P_2 = V_{с\epsilon 2} \cdot q_{\max 2} - \Delta P_{\epsilon 2} + \Delta P_{сн 2} - \Delta P_{лн} , \quad (2)$$

где P_1 , P_2 – максимальные теоретические пропускные способности первой (правой) и второй (левой) полос движения на перегоне городских улиц;

$\Delta P_{\epsilon 1}$, $\Delta P_{\epsilon 2}$ – уменьшения пропускной способности полос, связанные с восприятием водителями движения пешеходов;

$\Delta P_{сн 1}$, $\Delta P_{сн 2}$ – увеличения пропускной способности полос, связанные с возможностью перестроения транспортных средств на соседнюю полосу;

$\Delta P_{нн}$ – уменьшение пропускной способности первой полосы движения, связанное с маневрами транспортных средств при повороте направо;

ΔP_{ct} – уменьшение пропускной способности первой полосы движения, связанное с маневрами объезда стоящих транспортных средств у края проезжей части;

$\Delta P_{лн}$ – уменьшение пропускной способности второй полосы движения, связанное с маневрами транспортных средств при повороте налево;

$q_{\max 1}, q_{\max 2}$ – максимальные значения плотности движения транспортных средств на первой и второй полосах перегона городской улицы;

$V_{c\phi 1}, V_{c\phi 2}$ – скорость движения одиночных транспортных средств по конкретной полосе на рассматриваемом участке дороги, км/ч.

Исследования авторов показывают, что расчет пропускной способности перегона городских улиц требует определенной последовательности:

$$P_1 = V_{c\phi 1} \cdot q_{\max 1} + \Delta P_{cn1}, \quad (3)$$

$$P_2 = V_{c\phi 2} \cdot q_{\max 2} + \Delta P_{cn2}, \quad (4)$$

$$P'_1 = V_{c\phi 1} \cdot q_{\max 1} - \Delta P_{\phi 1} + \Delta P_{cn1}, \quad (5)$$

$$P'_2 = V_{c\phi 2} \cdot q_{\max 2} - \Delta P_{\phi 2} + \Delta P_{cn2}, \quad (6)$$

$$P''_1 = V_{c\phi 1} \cdot q_{\max 1} - \Delta P_{\phi 1} + \Delta P_{cn1} - \Delta P_{лн} - \Delta P_{ct}, \quad (7)$$

$$P''_2 = V_{c\phi 2} \cdot q_{\max 2} - \Delta P_{\phi 2} + \Delta P_{cn2} - \Delta P_{лн}. \quad (8)$$

Таким образом, рассматриваем пропускную способность как максимально возможное часовое количество транспортных средств, пересекающих определенное сечение перегона улицы с учетом в методике расчета пропускной способности перегона улицы ряда указанных выше аспектов, определяющих рамки движения по полосам и при их смене.

Проведенные исследования составляющих формул (1)–(2) позволили записать их в следующем виде.

Уменьшения пропускной способности полос, связанные с восприятием водителями движения пешеходов $\Delta P_{\phi 1}, \Delta P_{\phi 2}$:

$$\begin{cases} \Delta P_{\phi 1} = \Delta V_{\phi 1} \cdot \bar{q}_1, \\ \Delta P_{\phi 2} = \Delta V_{\phi 2} \cdot \bar{q}_2, \end{cases} \quad (9)$$

где $\Delta V_{\phi 1}, \Delta V_{\phi 2}$ – уменьшение скоростей движения транспортных средств на первой и второй полосах перегона городской улицы, связанное с восприятием водителями движения пешеходов;

$\bar{q}_1, \bar{q}_2$ – значения плотности движения транспортных средств на первой и второй полосах перегона городской улицы, при которых наблюдается максимальная интенсивность движения.

Установлено, что скорость пешеходного потока уменьшается с возрастанием интенсивности движения [5], так как для сохранности комфорта личного пространства пешеходу необходимо уменьшать скорость движения в наиболее плотном потоке.

Поэтому необходимо учесть связь между средней скоростью пешехода в потоке и интенсивностью, плотность пешеходного движения, загрузку пешеходного перехода, удельную интенсивность движения пешеходного потока, коэффициент суточной неравномерности движения, коэффициент часовой неравномерности движения и то, что траектория перехода пешеходами проездной части может быть под углом к продольной оси линии дороги и даже криволинейной, возможность взаимного просачивания транспортного и пешеходного потока во время их взаимодействия на нерегулируемом или регулируемом пешеходном переходе.

Значение (9) корректируем с учетом коэффициента снижения скорости движения транспортного потока за счет уплотнения пешеходного движения. Получаем уменьшения

пропускной способности полос, связанные с восприятием водителями движения пешеходов – $\Delta P_{\epsilon 1}, \Delta P_{\epsilon 2}$:

$$\begin{cases} \Delta P_{\epsilon 1} = \frac{Q \cdot V_{\epsilon 1}}{Q_{\max}} \cdot \bar{q}_1, \\ \Delta P_{\epsilon 2} = \frac{Q \cdot V_{\epsilon 2}}{Q_{\max}} \cdot \bar{q}_2, \end{cases} \quad (10)$$

где $V_{\epsilon 1}, V_{\epsilon 2}$ – скорости движения транспортных средств на первой и второй полосах перегона городской улицы, связанные с восприятием водителями движения пешеходов;

$Q, Q_{\max}$ – количество людей и максимальное их количество, которые приходятся на единицу площади пешеходного пути.

Значения (10) запишем через интенсивность движения N пешеходного потока:

$$\begin{cases} \Delta P_{\epsilon 1} = \frac{N \cdot V_{\epsilon 1}}{N_{\max}} \cdot \bar{q}_1, \\ \Delta P_{\epsilon 2} = \frac{N \cdot V_{\epsilon 2}}{N_{\max}} \cdot \bar{q}_2. \end{cases} \quad (11)$$

Увеличения пропускной способности полос, связанные с возможностью перестроения транспортных средств на соседнюю полосу $\Delta P_{cn1}, \Delta P_{cn2}$, запишем как:

$$\begin{cases} \Delta P_{cn1} = (\omega - 1) \cdot V_{\epsilon 1} \cdot q_{\max 1}, \\ \Delta P_{cn2} = (\omega - 1) \cdot V_{\epsilon 2} \cdot q_{\max 2}, \end{cases} \quad (12)$$

где ω – коэффициент, учитывающий нагрузку движением встречной полосы или соседней полосы.

Продольное смещение транспортного средства при смене полосы движения за определенный отрезок времени выразим с учетом зависимостей, приведенных в [6, 7]:

$$S_y = \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (S_x)^2}{8 \cdot V^2}, \quad (13)$$

где S_y – минимально необходимое расстояние в продольном направлении для обеспечения выполнения маневра смены полосы движения, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

φ_y – коэффициент поперечного сцепления колеса с поверхностью дороги;

S_x – необходимое боковое смещение транспортного средства для выполнения маневра смены полосы движения, м;

V – продольная скорость движения транспортного средства, м/с.

Для выполнения маневра смены полосы движения необходимо выполнение двух условий безопасности по боковому скольжению и боковому опрокидыванию, приведенных в [8].

Для применения указанных зависимостей в расчетах ограничений скоростей для транспортных потоков,двигающихся на соответствующих кривых траекторий смены полосы движения, необходимо определенным образом усреднить значение отдельных характеристик в формулах для совокупности транспортных средств, которые определяют группу при смене полосы движения, т. е. при условии обеспечения соответствующей безопасности движения необходимо принять минимальные значения указанных скоростей:

$$V_{s_{\min}} = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot (\varphi_{y_{\min}} \mp \operatorname{tg} \beta_{\min})}{1 \pm \varphi_{y_{\min}} \cdot \operatorname{tg} \beta_{\min}}}, \quad (14)$$

$$V_{p_{\min}} = \eta_{k_{\min}} \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B_{\min}}{2 \cdot h_{g_{\max}}}}, \quad (15)$$

где R – радиус кривизны отдельных участков траекторий смены полосы движения, м;
 $V_{s_{\min}}$ – минимальная из максимальных скоростей транспортных средств в транспортном потоке при условии возникновения бокового скольжения на кривой траектории смены полосы движения, м/с;

$\varphi_{y_{\min}}$ – минимальный коэффициент бокового сцепления колес совокупности транспортных средств определенной группы транспортных средств при смене полосы движения;

$\beta_{\min}$ – минимальный угол бокового уклона поверхности покрытия полос движения перегона улицы, град.;

$V_{p_{\min}}$ – минимальная из максимальных скоростей транспортных средств в транспортном потоке из условий возникновения бокового опрокидывания на кривой траектории смены полосы движения, м/с;

$\eta_{k_{\min}}$ – коэффициент, который учитывает поперечный крен поддресоренных масс транспортного средства за счет наличия центробежной силы, равен 0,8 по данным [9];

$B_{\min}$ – минимальная колея колес переднего и заднего мостов (тележки) транспортного средства в группе транспортных средств при смене полосы движения, м;

$h_{g_{\max}}$ – максимальная высота центра тяжести транспортного средства в группе транспортных средств при смене полосы движения, м. Принимается по данным [9].

Значение S_x в формуле (16) принимаем, исходя из ширины первой и второй полос, обычно ширина полос одинакова, откуда:

$$S_x = \frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2} = B, \quad (16)$$

где B_1 , B_2 – ширина первой и второй полос движения;

B – усредненная ширина полос движения на перегоне городских улиц.

С учетом (16) значение минимального расстояния для выполнения маневра смены полосы движения (13) будет иметь вид:

$$S_y = \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{св}^2}. \quad (17)$$

Интервал между транспортными средствами полосы, на которую транспортное средство соседней полосы перестраивается, должен быть не менее значения (17), который с учетом интервала безопасности обычно принимают равным 5 метрам. Также должна быть учтена габаритная длина транспортного средства, осуществляющего перестроение.

Учитываем, что маневр смены полосы движения обеспечивается в условиях работы рулевого привода и рулевого механизма, имеющих определенное время срабатывания. Два маневра рулевым колесом предполагает необходимость учета значения пройденного пути транспортным средством за промежутки времени срабатывания рулевого механизма и привода.

Необходимо также учесть, что выполнение маневра смены полосы движения осуществляется только после принятия водителем соответствующего решения, т. е. необходимо ввести значение времени реакции водителя по [10].

Указанные особенности учтем в формуле

$$S_y = t_p \cdot V_{c\delta} + 2 \cdot t_{py} \cdot V_{c\delta} + \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{c\delta}^2} + L_a + \Delta_{\delta}, \quad (18)$$

где t_p – время реакции водителя, с;

t_{py} – время срабатывания рулевого управления (рулевого привода и рулевого механизма), с [10];

L_a – габаритная длина транспортного средства, осуществляющего перестроение, м;

Δ_{δ} – интервал безопасности между транспортными средствами после выполнения маневра смены полосы движения, м; принимаем равным 5 м.

Наличие приемлемых интервалов в транспортных потоках на соответствующих полосах движения перегона улицы определяется плотностью движения по полосам. Если плотность движения формирует интервал в пространстве между последовательными транспортными средствами в виде (18), то в пределах перегона улицы есть возможность осуществления перестроений. Запишем указанное условие:

$$\bar{q} \leq q = \left[t_p \cdot V_{c\delta} + 2 \cdot t_{py} \cdot V_{c\delta} + \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{c\delta}^2} + L_a + \Delta_{\delta} \right]^{-1}, \quad (19)$$

где $\bar{q}$ – средняя плотность движения на полосе перегона улицы, авт/м;

q – плотность движения на полосе перегона улицы, при которой средний интервал движения между транспортными средствами в пространстве равен расстоянию маневра смены полосы движения, авт/м.

Используя условие (19), значение увеличения пропускной способности полос, связанное с возможностью перестроения транспортных средств на соседнюю полосу ΔP_{cn1} , ΔP_{cn2} (12), возможно более детально скорректировать введением коэффициента влияния в виде соотношения плотностей движения на полосах:

$$\frac{q}{\bar{q}} = \left[\bar{q} \cdot \left(t_p \cdot V_{c\delta} + 2 \cdot t_{py} \cdot V_{c\delta} + \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{c\delta}^2} + L_a + \Delta_{\delta} \right) \right]^{-1}, \quad (20)$$

где $\frac{q}{\bar{q}}$ – коэффициент снижения количества смен полосы движения с увеличением

плотности движения по полосе, ед., (чем выше средняя плотность движения по полосе, тем меньше перестроений).

Значение коэффициента снижения количества смен полосы движения с увеличением плотности движения по полосе (20) внесем в формулы расчета значений увеличения пропускной способности полос, связанные с возможностью перестроения транспортных средств на соседнюю полосу (12):

$$\begin{cases} \Delta P_{cn1} = \frac{(\omega - 1) \cdot V_{c\delta 1} \cdot q_{\max 1}}{\bar{q}_1 \cdot \left(t_{p_2} \cdot V_{c\delta 2} + 2 \cdot t_{py2} \cdot V_{c\delta 2} + \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{c\delta 2}^2} + L_a + \Delta_{\delta} \right)}, \\ \Delta P_{cn2} = \frac{(\omega - 1) \cdot V_{c\delta 2} \cdot q_{\max 2}}{\bar{q}_2 \cdot \left(t_{p_1} \cdot V_{c\delta 1} + 2 \cdot t_{py1} \cdot V_{c\delta 1} + \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{c\delta 1}^2} + L_a + \Delta_{\delta} \right)}. \end{cases} \quad (21)$$

Уменьшение пропускной способности первой полосы движения, связанное с маневрами объезда стоящих транспортных средств у края проезжей части:

$$\Delta P_{cm} = \Delta V_{cm1} \cdot \bar{q}_1, \quad (22)$$

где ΔV_{cm1} – уменьшение скорости движения транспортных средств на первой полосе при объезде остановившихся у края проезжей части транспортных средств;

$\bar{q}_1$ – значения плотности движения транспортных средств на первой полосе перегона городской улицы, при которых наблюдается максимальная интенсивность движения.

Учитывая все особенности выполнения указанного маневра, получим:

$$S_y = t_{p1} \cdot V_{c\sigma 1} + 4 \cdot t_{py1} \cdot V_{c\sigma 1} + 2 \cdot \frac{g \cdot \varphi_y \cdot \left(\frac{B_{a1}}{2} - \frac{B_1}{2} + \Delta'_\sigma \right)^2}{8 \cdot V_{c\sigma 1}^2} + 2 \cdot L_{a1} + \Delta_\sigma, \quad (23)$$

где t_{p1} – время реакции водителя транспортного средства первой полосы, с;

B_{a1} – габаритная ширина транспортного средства, движущегося по первой полосе и припаркованного у края первой полосы, для упрощения принимаются равными одному значению, м;

B_1 – ширина первой полосы движения, м;

t_{py1} – время срабатывания рулевого управления (рулевого привода и рулевого механизма) транспортного средства первой полосы движения, м;

L_{a1} – габаритная длина транспортного средства, осуществляющего перестроение, и габаритная длина транспортного средства, которое объезжают, м;

Δ'_σ – величина бокового интервала безопасности для выполнения маневра, принимаем равным 1 м;

Δ_σ – интервал безопасности между транспортными средствами после выполнения маневра объезда стоящего транспортного средства, принимаем равным 5 м.

Наличие приемлемых интервалов в потоках на соответствующих полосах движения перегона улицы определяется плотностью движения по полосам, если плотность движения формирует интервал в пространстве между последовательными транспортными средствами в виде (23), то в пределах перегона улицы есть возможность осуществления объезда транспортного средства, стоящего у края проезжей части.

Запишем указанное условие:

$$\bar{q}_2 \leq q_2 = \left[t_{p1} \cdot V_{c\sigma 1} + 4 \cdot t_{py1} \cdot V_{c\sigma 1} + 2 \cdot \frac{g \cdot \varphi_y \cdot \left(\frac{B_{a1}}{2} - \frac{B_1}{2} + \Delta'_\sigma \right)^2}{8 \cdot V_{c\sigma 1}^2} + 2 \cdot L_{a1} + \Delta_\sigma \right]^{-1}, \quad (24)$$

где $\bar{q}_2$ – средняя плотность движения на второй полосе перегона улицы, авт/м;

q_2 – плотность движения на второй полосе перегона улицы, при которой средний интервал движения между транспортными средствами в пространстве равен расстоянию маневра объезда транспортного средства, стоящего у края проезжей части, авт/м.

Используя условие (24), значение уменьшения пропускной способности первой полосы движения, связанное с маневрами объезда стоящих транспортных средств у края проезжей части ΔP_{cm} (22), можно более детально скорректировать введением коэффициента влияния в виде соотношения плотностей движения на второй полосе перегона:

$$\frac{q_2}{\bar{q}_2} = \left[\bar{q}_2 \cdot \left(t_{p1} \cdot V_{c\delta 1} + 4 \cdot t_{py1} \cdot V_{c\delta 1} + 2 \cdot \frac{g \cdot \varphi_y \cdot \left(\frac{B_{a1}}{2} - \frac{B_1}{2} + \Delta'_\delta \right)^2}{8 \cdot V_{c\delta 1}^2} + 2 \cdot L_{a1} + \Delta_\delta \right) \right]^{-1}, \quad (25)$$

где $\frac{q_2}{\bar{q}_2}$ – коэффициент снижения количества возможностей объезда стоящих транс-

портных средств на первой полосе у края проезжей части, ед., (чем выше средняя плотность движения по полосе, тем меньше возможностей объезда).

Значение коэффициента снижения количества возможностей объезда стоящих транспортных средств на первой полосе у края проезжей части (25) внесем в формулу значения уменьшения пропускной способности первой полосы движения, связанного с маневрами объезда стоящих транспортных средств у края проезжей части (22):

$$\Delta P_{cm} = \frac{\Delta V_{cm1} \cdot \bar{q}_1}{\bar{q}_2 \cdot \left(t_{p1} \cdot V_{c\delta 1} + 4 \cdot t_{py1} \cdot V_{c\delta 1} + 2 \cdot \frac{g \cdot \varphi_y \cdot \left(\frac{B_{a1}}{2} - \frac{B_1}{2} + \Delta'_\delta \right)^2}{8 \cdot V_{c\delta 1}^2} + 2 \cdot L_{a1} + \Delta_\delta \right)}. \quad (26)$$

Уменьшение пропускной способности первой полосы движения, связанное с маневрами транспортных средств при повороте направо:

$$\Delta P_{nn} = V_{c\delta 1} \cdot q_{\max 1} - B_{nn1}, \quad (27)$$

где B_{nn1} – значение пропускной способности [3] при повороте направо, для первой полосы движения.

Снижение пропускной способности правой полосы перегона городской улицы в условиях наличия возможностей осуществления правых поворотов в проезды и боковые съезды обуславливается дополнительным снижением скорости движения водителями для осуществления безопасного маневра движения по кривой правого поворота.

Движение на кривых с определенным радиусом предполагает выполнение традиционных условий отсутствия возможности поперечного скольжения и опрокидывания транспортного средства. Водители при подготовке к выполнению маневра правого поворота снижают скорость на собственное усмотрение из расчета безопасного дальнейшего движения по кривой поворота.

Поэтому для получения значения ограничений скоростей движения для правого поворота:

$$V_{snn} = \sqrt{\frac{g \cdot R_{nn} \cdot (\varphi_y \mp \operatorname{tg}(\beta_{nn}))}{1 \pm \varphi_y \cdot \operatorname{tg}(\beta_{nn})}}, \quad (28)$$

$$V_{pnn} = \eta_{k1} \sqrt{\frac{g \cdot R_{nn} \cdot B_{k1}}{2 \cdot h_{g1}}}, \quad (29)$$

где V_{snn} – максимальная скорость транспортного средства по условиям возникновения бокового скольжения на кривой правого поворота, м/с;

R_{nn} – радиус кривой правого поворота, м;

β_{nn} – угол бокового уклона поверхности покрытия правого поворота, град.;

V_{pnn} – максимальная скорость транспортного средства по условиям возникновения бокового опрокидывания на кривой правого поворота, м/с;

$B_{\kappa 1}$ – средняя колея колес переднего и заднего мостов (тележки) транспортного средства первой полосы, м;

h_{g1} – высота центра тяжести транспортного средства первой полосы, м [9].

В соответствии с особенностями проектирования транспортного средства очередность явлений потери устойчивости с увеличением скорости движения на кривой предполагает наступление потери устойчивости в виде поперечного скольжения, а затем в виде поперечного опрокидывания [9].

С учетом приведенного выше за основу принимаем максимальное значение скорости (30) для выполнения правого поворота.

Используем значение разницы скоростей для расчета потери пропускной способности первой полосы в результате маневров правого поворота.

Используем значение (27) и значение (28):

$$\Delta P_{nn} = (V_{c\kappa 1} - V_{snn1}) \cdot \bar{q}_1, \quad (30)$$

$$\Delta P_{nn} = \left(V_{c\kappa 1} - \sqrt{\frac{g \cdot R_{nn} \cdot (\varphi_y \mp \operatorname{tg}(\beta_{nn}))}{1 \pm \varphi_y \cdot \operatorname{tg}(\beta_{nn})}} \right) \cdot \bar{q}_1. \quad (31)$$

Проведем аналогичные преобразования определения значения уменьшения пропускной способности при осуществлении левого поворота со второй полосы:

$$\Delta P_{\lambda n} = k \cdot (V_{c\kappa 2} - V_{s\lambda n 2}) \cdot \bar{q}_2, \quad (32)$$

$$\Delta P_{\lambda n} = k \cdot \left(V_{c\kappa 2} - \sqrt{\frac{g \cdot R_{\lambda n} \cdot (\varphi_y \mp \operatorname{tg}(\beta_{\lambda n}))}{1 \pm \varphi_y \cdot \operatorname{tg}(\beta_{\lambda n})}} \right) \cdot \bar{q}_2, \quad (33)$$

где $V_{s\lambda n}$ – максимальная скорость транспортного средства по условиям возникновения бокового скольжения на кривой левого поворота, м/с;

$R_{\lambda n}$ – радиус кривой левого поворота, м;

$\beta_{\lambda n}$ – угол бокового уклона поверхности покрытия левого поворота, град.

k – коэффициент учета пропуска встречного транспорта при выполнении левого поворота, ед.

Полученные значения изменений пропускной способности для первой и второй полос движения на перегоне городской улицы позволяют записать значения (7) и (8) в развернутом виде.

Для (7) используем (11), (21), (26), (33). Пропускная способность первой полосы перегона городской улицы будет рассчитываться по совокупности формул:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1'' = V_{c\epsilon 1} \cdot q_{\max 1} - \Delta P_{\epsilon 1} + \Delta P_{cn1} - \Delta P_{nn} - \Delta P_{cm}, \quad \Delta P_{\epsilon 1} = \frac{N \cdot V_{\epsilon 1}}{N_{\max}} \cdot \bar{q}_1, \\ \\ \Delta P_{cn1} = \frac{(\omega - 1) \cdot V_{c\epsilon 1} \cdot q_{\max 1}}{\bar{q}_1 \cdot \left(t_{p2} \cdot V_{c\epsilon 2} + 2 \cdot t_{py2} \cdot V_{c\epsilon 2} + \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{c\epsilon 2}^2} + L_a + \Delta_{\delta} \right)}, \\ \\ \Delta P_{nn} = \left(V_{c\epsilon 1} - \sqrt{\frac{g \cdot R_{nn} \cdot (\varphi_y \mp \operatorname{tg}(\beta_{nn}))}{1 \pm \varphi_y \cdot \operatorname{tg}(\beta_{nn})}} \right) \cdot \bar{q}_1, \\ \\ \Delta P_{cm} = \frac{\Delta V_{cm1} \cdot \bar{q}_1}{\bar{q}_2 \cdot \left(t_{p1} \cdot V_{c\epsilon 1} + 4 \cdot t_{py1} \cdot V_{c\epsilon 1} + 2 \cdot \frac{g \cdot \varphi_y \cdot \left(\frac{B_{a1}}{2} - \frac{B_1}{2} + \Delta'_{\delta} \right)^2}{8 \cdot V_{c\epsilon 1}^2} + 2 \cdot L_{a1} + \Delta_{\delta} \right)}. \end{array} \right. \quad (34)$$

Для (8) используем (11), (21), (33). Пропускная способность второй полосы перегона городской улицы будет рассчитываться по совокупности формул:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2'' = V_{c\epsilon 2} \cdot q_{\max 2} - \Delta P_{\epsilon 2} + \Delta P_{cn2} - \Delta P_{ln}, \quad \Delta P_{\epsilon 2} = \frac{N \cdot V_{\epsilon 2}}{N_{\max}} \cdot \bar{q}_2, \\ \\ \Delta P_{cn2} = \frac{(\omega - 1) \cdot V_{c\epsilon 2} \cdot q_{\max 2}}{\bar{q}_2 \cdot \left(t_{p1} \cdot V_{c\epsilon 1} + 2 \cdot t_{py1} \cdot V_{c\epsilon 1} + \frac{g \cdot \varphi_y \cdot (B)^2}{8 \cdot V_{c\epsilon 1}^2} + L_a + \Delta_{\delta} \right)}, \\ \\ \Delta P_{ln} = k \cdot \left(V_{c\epsilon 2} - \sqrt{\frac{g \cdot R_{ln} \cdot (\varphi_y \mp \operatorname{tg}(\beta_{ln}))}{1 \pm \varphi_y \cdot \operatorname{tg}(\beta_{ln})}} \right) \cdot \bar{q}_2. \end{array} \right. \quad (35)$$

Выводы

Разработаны методики расчета пропускных способностей первой и второй полос перегона городской улицы. В методиках учтены: скорости свободного движения транспортных средств по полосам; максимальные плотности движения транспортных средств по полосам; средние и максимальные интенсивности движения пешеходных потоков в условиях наличия наземных пешеходных переходов; средние плотности движения транспортных потоков по полосам; характеристики маневрирования транспортных средств в условиях смены полосы движения; характеристики маневрирования транспортных средств в условиях объезда транспортного средства, стоящего у края проезжей части первой полосы; характеристики кинематики движения транспортных средств при выполнении правого поворота для первой полосы и при выполнении левого поворота для второй полосы.

Данные методики расчета пропускной способности первой и второй полос движения на перегонах городских улиц позволят уменьшить затраты времени на движение и повысить безопасность движения транспортных средств.

Список литературы

1. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1990. – 240 с. – ISBN 5-277-00375-4.
2. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. – Москва : Транспорт, 1993. – 271 с. – ISBN 5-277-01402-0.
3. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – Москва : Академкнига, 2005. – 279 с. – ISBN 5-94628-111-9.
4. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2009. – 352 с. – ISBN 978-5-7695-5874-0.
5. Кисляков, В. М. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов / В. М. Кисляков, В. В. Филиппов, И. А. Школяренко. – Москва : Транспорт, 1979. – 199 с.
6. Иларионов, В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / В. А. Иларионов. – Москва : Транспорт, 1989. – 255 с. – ISBN 5-277-00374-6.
7. Домке, Э. Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / Э. Р. Домке. – Москва : Академия, 2009. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-4658-7.
8. Вахламов, В. К. Автомобили. Конструкция и элементы расчета / В. К. Вахламов. – Москва : Академия, 2006. – 479 с. – ISBN 5-7695-2638-6.
9. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – Москва : Машиностроение, 1983. – 212 с.
10. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1980. – 311 с.

Н. Н. Дудникова, В. И. Кондрашева
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Разработка методик расчета пропускных способностей первой
и второй полос перегона городской улицы

Рост интенсивности движения на улицах современных городов приводит к необходимости принятия существенных мер к увеличению пропускной способности соответствующих перегонов. Основное мероприятие по увеличению пропускной способности перегонов городских улиц – строительство дополнительных полос движения. Зачастую указанное строительство связано с организацией второй полосы движения в одном направлении для двухполосной городской улицы и ее превращения в улицу с четырьмя полосами движения.

Интенсивное маневрирование транспортных средств при выполнении поворотов направо, налево, остановки у края проезжей части приводит к созданию индивидуальных условий движения по первой и второй полосам перегона улицы. Очереди транспортных средств, как подвижные, так и неподвижные, приводят к снижению пропускной способности полос и улицы, к формированию ударных волн в транспортном потоке и образованию заторов.

В настоящее время необходимо совершенствовать существующую методику назначения пропускной способности полос движения городских улиц до уровня расчетной методики, учитывающей индивидуальные особенности маневрирования транспортных средств в пределах конкретного перегона улицы.

Авторами разработаны методики расчета пропускных способностей первой и второй полос перегона городской улицы. В методиках учтены: скорости свободного движения транспортных средств по полосам; максимальные плотности движения транспортных средств по полосам; средние и максимальные интенсивности движения пешеходных потоков в условиях наличия наземных пешеходных переходов; средние плотности движения транспортных потоков по полосам; характеристики маневрирования транспортных средств в условиях смены полосы движения; характеристики маневрирования транспортных средств в условиях объезда транспортного средства, стоящего у края проезжей части первой полосы; характеристики кинематики движения транспортных средств при выполнении правого поворота для первой полосы и при выполнении левого поворота для второй полосы.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ДОРОГИ, ПОЛОСА ДВИЖЕНИЯ ДОРОГИ, МАНЕВР АВТОМОБИЛЯ, ПЕРЕГОН ДОРОГИ

N. N. Dudnikova, V. I. Kondrasheva

*Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka*

Development of Capacity Calculation Methods of the First and Second Lanes of a City Street

The increase in traffic intensity on the streets of modern cities leads to the need to take significant measures to increase the capacity of the corresponding sections. The main measure to increase the capacity of city streets is the construction of additional traffic lanes. Often this construction involves adding a second lane in one direction to a two-lane city street and converting it into a four-lane street.

Intensive maneuvering of vehicles when turning right, left, or stopping at the edge of the roadway leads to the creation of individual traffic conditions along the corresponding first and second lanes of the street. Queues of vehicles, both moving and stationary, lead to a decrease in the capacity of lanes and streets, to the formation of shock waves in the traffic flow and the formation of congestion.

The above reveals the relevance and need to improve the existing methodology for assigning the capacity of the corresponding traffic lanes of city streets, to the level of a calculation methodology that takes into account the individual characteristics of maneuvering vehicles within a specific street section.

The article develops methods for calculating the capacity of the first and second lanes of a city street. The methods take into account the speed of free movement of vehicles along the lanes; maximum vehicle traffic densities on lanes; average and maximum intensity of pedestrian traffic in conditions of the presence of surface pedestrian crossings; average traffic densities of traffic flows along the lanes; vehicle maneuvering characteristics when changing lanes; characteristics of vehicle maneuvering in conditions of detour of a vehicle standing at the edge of the roadway of the first lane; characteristics of the kinematics of vehicle movement when making a right turn for the first lane and when making a left turn for the second lane.

CALCULATION METHOD, ROAD CAPACITY, ROAD LANE, VEHICLE MANEUVER, ROAD TRAFFIC SECTION

Сведения об авторах:

Н. Н. Дудникова

SPIN-код РИНЦ: 1424-1363
Телефон: +7 949 412-79-04
Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

В. И. Кондрашева

Телефон: +7 949 412-79-04
Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

Статья поступила 20.03.2024

© Н. Н. Дудникова, В. И. Кондрашева, 2024

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

Е. С. Сытник, канд. техн. наук, О. В. Сафонов, Н. М. Лактионов

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

РАЗРАБОТКА ИНИЦИАТИВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОСЕРВИСА В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИКО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ КОНЬЮНКТУРЫ

Рассмотрено текущее состояние автосервисного сектора Российской Федерации и выявлены факторы, обуславливающие его развитие. Проанализированы технологические и кадровые изменения, сдвиги в потребительском поведении, текущие экологические требования. Акцентирована важность разработки эффективных систем управления потоками отходов, образующихся в процессах технического обслуживания и ремонта автомобилей. Выделены ключевые этапы трансформации системы автосервиса, включая стратегическое планирование, оптимизацию ресурсов, маркетинговые исследования и инновационные подходы. Подчеркивается важность комбинирования технического совершенствования автосервисов с экологически ориентированной модернизацией для трансформации системы автосервиса.

Ключевые слова: автосервис, трансформация системы автосервиса, техническое обслуживание и ремонт автомобилей, конкурентоспособность услуг, отходы автосервиса, экологическое воздействие

Введение

Предприятиям автомобильного сервиса, которые находятся в динамичной экономико-политической среде, приходится постоянно адаптироваться к новым требованиям. В современном автомобильном секторе, с непрерывно развивающимися технологиями, предпочтениями клиентов, конкурентными факторами, стандартами качества, экологическими аспектами, эффективная трансформация системы автосервиса выступает ключевой составляющей ее успешного функционирования.

Система автосервиса является организованным комплексом взаимосвязанных компонентов, охватывающим процессы и ресурсы, которые предназначены для технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта. Процесс ее трансформации охватывает широкий спектр факторов, начиная от анализа текущих тенденций в секторе автосервиса и соответствие стандартам качества, до удовлетворения меняющихся предпочтений клиентов и учета конкурентных аспектов, которые, помимо других проявлений, включают в себя и экологическую ответственность.

Цель работы – анализ основных проблем, возникающих в системе автосервиса в условиях экономико-политической конъюнктуры и разработка ключевых этапов программы по ее трансформации с акцентом на снижение негативного экологического воздействия.

Основная часть

Постоянному росту спроса на услуги технического обслуживания (ТО) и ремонта транспортных средств (ТС) способствует активный рост количества автомобилей в Российской Федерации [1]. По состоянию на 1 июля 2023 года в РФ зарегистрировано 53,89 млн автомобилей [2]. Продажи новых легковых автомобилей в России в 2023 году выросли на 69 % по сравнению с 2022 годом и достигли уровня в 1 058 708 единиц [3]. Более того, прогнозы экспертов на 2024 год предполагают колебания рынка новых легковых ТС в пределах от 900 тыс. до 1,48 млн единиц [4]. Наряду с этим, спрос на услуги автосервисных предприятий (АСП)

с января по сентябрь 2023 года возрос на 25 % по сравнению с аналогичным периодом 2022 года [5].

По данным [6], с января 2022 г. по июнь 2023 г. количество регистраций объектов автосервиса в РФ увеличилось на 7 %, достигнув значения 108,4 тыс. единиц. Такая тенденция подтверждает высокий спрос на услуги в сфере автосервиса, что, в свою очередь, предоставляет благоприятные перспективы для развития бизнеса.

В 2023 году в России зафиксировано 96 000 структурных элементов системы автосервиса [7]. Этот показатель охватывает 69 регионов, где находится около 97 % всего парка легковых автомобилей. Большинство указанных объектов автосервиса (более 49,4 %) являются узкоспециализированными, характеризующимися небольшой площадью производственных помещений и оказывающими ограниченный набор услуг. Около 45,9 % – это независимые станции технического обслуживания (СТО), которые самостоятельно определяют перечень предоставляемых услуг и ценообразование, сохраняя гибкость в формировании ценовой политики. В то же время лишь 4,7 % структурных элементов системы автосервиса представляют собой сервисные центры официальных дилеров, что подразумевает более широкие возможности по обслуживанию и доступу к оригинальным запчастям и ограниченную автономию в установлении цен, вследствие их регулирования производителем.

В октябре 2023 года на территории страны насчитывалось 3 550 официальных дилерских центров по продаже и обслуживанию легковых автомобилей, более половины (52,6 %) которых приходится на десять регионов (рисунок 1) [8]. В крупных городах насчитывается порядка 19 000 предприятий автосервиса [5].

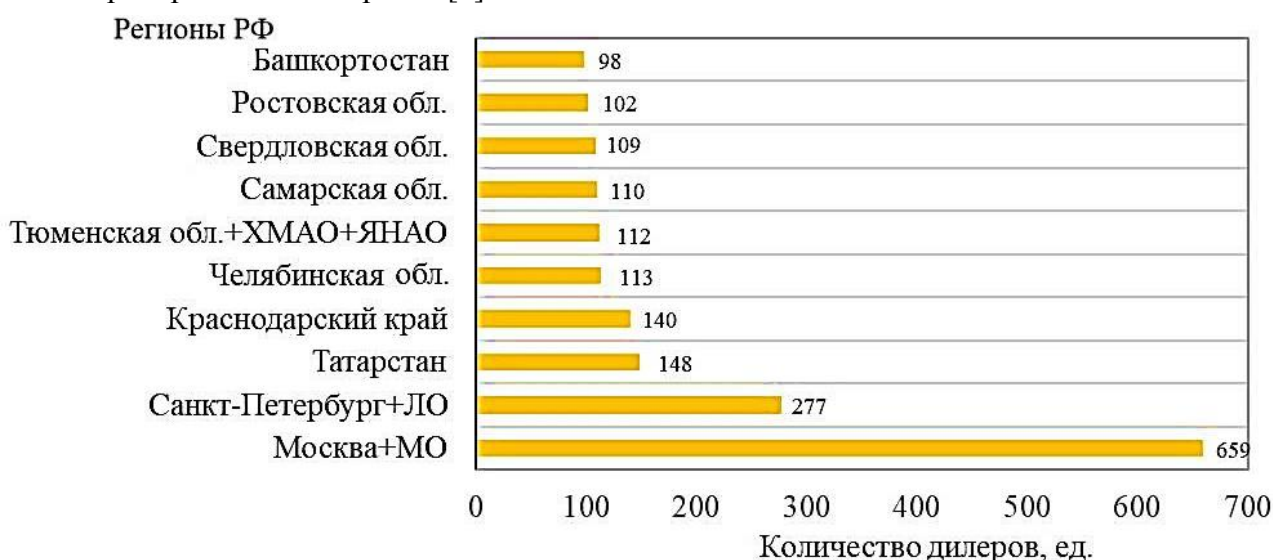


Рисунок 1 – Распределение автодилеров по регионам РФ с наибольшим количеством представительств

Последние 12 лет в отрасли дилерской сети наблюдается высокая динамичность (рисунок 2) [9]. Пиковое значение количества дилерских центров (3 797 ед.) было отмечено на начало 2015 года и последовательно снижено с несколькими небольшими приростами в 2018 г. и 2020 г. К началу 2023 г. число дилеров снизилось практически на 17 %, а на начало 2024 г. – выросло на 15 %. Такие изменения могут быть обусловлены прежде всего экономическими колебаниями и стратегиями компаний.

В условиях интенсивного роста численности автотранспорта, многие объекты автосервиса, особенно в мегаполисах, сталкиваются с трудностями обеспечения достаточной емкости (технологической и операционной) и эффективности, для удовлетворения растущего спроса на услуги по обслуживанию и восстановлению ТС. Поэтому необходимо постоянно адаптировать и оптимизировать бизнес-процессы, чтобы обеспечить эффективное обслуживание и восстановление автомобилей в условиях растущего спроса.

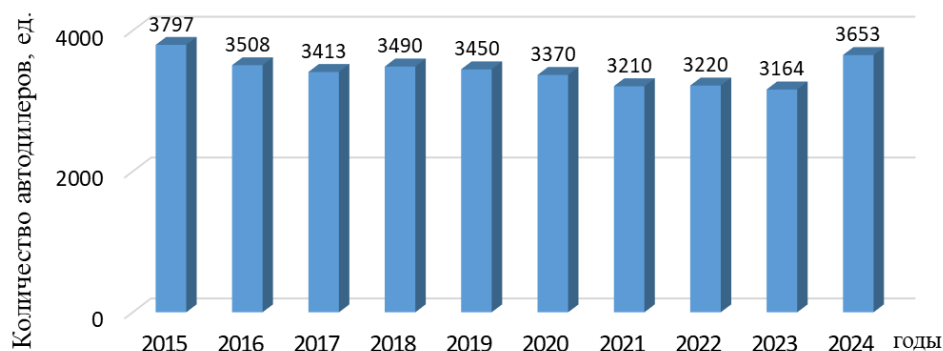


Рисунок 2 – Динамика количества дилерских центров в РФ (2015–2024 гг.)

Емкость (финансовая) рынка автосервиса РФ представлена в таблице [10–13]. Общая емкость, представляя собой сумму всех транзакций, совершаемых на рынке автосервиса в период с 2020 г. по 2023 г., выросла на 36,2 %, что объясняется и подтверждается тенденцией растущего автопарка и увеличением частоты обращений за услугами по ТО и ремонту. Частичное увеличение емкости рынка также возможно вследствие изменений цен на запасные части и услуги.

Таблица – Емкость рынка автосервиса в РФ (2020–2023 гг.)

Показатели	Объем рынка, млрд руб.			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Объем рынка услуг по ТО и ремонту, млрд руб.				
Официальные дилеры	53,37	54,47	52,3	48,7
Независимые СТО	112,09	119,84	151,1	186,4
Объем рынка по ведущим услугам, млрд руб.				
Автомойка	135	11,7	150,9	158,3
Шиномонтаж	27,8	29,9	31,7	34,3
Кузовной ремонт	133,6	140,4	145,3	171,6
Общая емкость рынка	642,9	681,1	760	875,6

Для повышения конкурентоспособности и эффективности АСП в условиях динамичной экономико-политической ситуации РФ важным аспектом является разработка и реализация стратегии, направленной на адаптацию организационной структуры, технической и кадровой оснащенности системы автосервиса. Цель указанной стратегии состоит в достижении нескольких стратегических задач:

- повышение качества и результативности услуг автосервиса, что достигается улучшением процессов обслуживания, повышением профессионализма сотрудников, внедрением новых технологий и методов работы;
- обеспечение конкурентоспособности, что требует анализа рыночной среды, определения сильных и слабых сторон конкурентов, разработки уникальных предложений для клиентов, а также поиска способов снижения издержек и повышения эффективности бизнес-процессов;
- оптимизация использования ресурсов и минимизация воздействия на окружающую среду (ОС), что обеспечивается внедрением энергосберегающих технологий, рациональным использованием материалов, утилизацией отходов, а также соблюдением экологических стандартов и нормативов.

При разработке и реализации указанной стратегии необходимо учитывать актуальные тенденции и стандарты на рынке автосервисных услуг. Интегральной частью стратегии АСП выступает маркетинг, который оказывает существенное влияние на формирование и поддержание эффективной коммуникативной среды, помогая предприятию успешно адаптироваться

к изменениям в экономико-политической обстановке и эффективно взаимодействовать с клиентами. Маркетинг является инструментом обеспечения взаимодействия между бизнесом и потребителями для удовлетворения их требований и установления долгосрочных отношений [14]. Стратегическим аспектом, направленным на улучшение взаимодействия с клиентами и продвижение услуг автосервиса, является улучшение маркетинговых стратегий, основанное на следующих мероприятиях:

- разработка маркетинговых стратегий, направленных на привлечение новых клиентов и удержание существующих (анализ рынка и конкурентов, исследование потребностей и предпочтений клиентов, выбор каналов коммуникации и распространения, разработка рекламных кампаний, акций и т. д.);

- усиление внутренней и внешней коммуникации для повышения уровня обслуживания и удовлетворенности клиентов (обучение персонала навыкам общения и клиентоориентированности, создание процедур, стандартов обслуживания и т. д.).

Вследствие модернизации конструкции современных автомобилей и внедрения в них различных наукоемких систем и технологий, процессы их обслуживания и ремонта также усложняются. Развитие производственно-технической базы предприятий автосервиса в большинстве случаев не соответствует динамике увеличения автопарка, что проявляется в недостатке как современного технологического оборудования, так и квалифицированных специалистов, готовых оперативно адаптироваться к изменениям в автотранспортном секторе. Более того, профессии специалистов, осуществляющих ТО и ремонт автомобилей, становятся дефицитными, что создает дисбаланс между спросом на услуги АСП и их предложением [4]. Неукомплектованность персоналом комплексно воздействует на весь автомобильный сектор, отрицательно влияя на эффективность, сроки ожидания приема, длительность обслуживания и ремонта, а также уровень удовлетворенности клиентов. Вместе с этим недостаток высококвалифицированных кадров и современного оборудования ведет к нарушению технологии выполнения работ, риску возникновения технических сбоев и росту аварийности подвижного состава, вызванной техническими причинами. Статистические данные [15] за период с начала 2022 г. до конца 1 квартала 2023 г. говорят об увеличении аварийности на автомобильном транспорте на 2,5 %. Таким образом, важность обеспечения высокого уровня квалификации персонала и использования современных технологий в сфере автосервиса становится не только фактором успешного функционирования предприятий, но и элементом обеспечения безопасности дорожного движения.

Автотранспортная отрасль, предоставляя значительное количество рабочих мест, играет одну из ключевых ролей в мировой экономике. Система автосервиса, в свою очередь, поддерживает этот сектор, обеспечивая обслуживание и ремонт автомобилей, способствуя сохранению и развитию экономической активности. Следует отметить, что эффективное управление персоналом, является одним из основных факторов улучшения управления в автосервисе. При этом первостепенную роль в обеспечении эффективности работы предприятия играет подбор кадров административного аппарата [16]. Эффективнее решать кадровые и технологические проблемы системы автосервиса позволят мероприятия:

- инвестирование в приобретение современного диагностического и ремонтного оборудования;

- повышение профессионального уровня персонала путем организации учебных программ и тренингов, включающих в себя как обучение работе с новым оборудованием, так и освоение оптимизированных рабочих процессов для повышения эффективности работы;

- развитие системы мотивации и стимулирования сотрудников для повышения их производительности, а также инициативности в поиске подходов к решению проблем;

- проведение регулярного ТО и обновления оборудования для поддержания его работоспособности и актуальности;

- установление партнерских отношений с техническими учебными заведениями для организации стажировок и практического обучения студентов;

– обмен опытом и передача знаний между профессиональными сообществами и образовательными учреждениями для повышения уровня квалификации студентов.

Инфраструктура автомобильного транспорта оказывает комплексное воздействие на ОС, играя важную роль в формировании экологического следа современного общества [17]. Согласно [18, 19], парк легковых автомобилей ежегодно образует значительные объемы отходов, включая отработанные масла (190 тыс. т/год), охлаждающие жидкости (40 тыс. т/год), вышедшие из строя аккумуляторы (8 млн шт/год), лом масляных фильтров (15 тыс. т/год), изношенные шины (700–800 тыс. т/год). Процессы хранения, переработки и использования автомобильных отходов представляют собой проблемы высокой степени сложности и характеризуются рядом специфических особенностей. Отработанные масла, антифризы и другие технические жидкости, содержащие в своем составе опасные химические вещества, при некачественной утилизации, попадая в почву, воду и воздух, загрязняют и отравляют ОС. Изношенные шины занимают большие территории на свалках из-за своей объемности и сложности в переработке. Надлежащая утилизация изношенных шин помогает сократить объем отходов, отправляемых на свалку, что способствует уменьшению потребления свалочных мест и проблем с их захоронением, а также снижает загрязнение почвы, воды и воздуха токсичными веществами.

Поэтому актуальным вектором трансформации системы автосервиса является внедрение практик и технологий, нацеленных на уменьшение негативного экологического воздействия отрасли с учетом принципов экологической ответственности:

- ведение учета и квалифицированная утилизация отходов (отработанных масел, технических жидкостей, фильтров, аккумуляторов и других автокомпонентов), собранных в процессе ТО и ремонта;
- применение методов предотвращения утечек при проведении работ с маслами и другими техническими жидкостями;
- соблюдение правил и нормативов по безопасной обработке и утилизации токсичных материалов (свинцово-кислотные аккумуляторы);
- применение экологически чистых технологий и материалов там, где это возможно, для снижения негативного воздействия на ОС.

Расширение электромобильного сегмента в автотранспортном секторе требует соответствующей подготовки и адаптации системы автосервиса [20, 21]. Этот аспект включает в себя следующие мероприятия:

- обеспечение наличия необходимого оборудования, квалифицированных специалистов для обслуживания автомобилей с электроприводом, включая диагностику, обслуживание и восстановление их электрических систем и компонентов;
- обучение механиков и инженеров в контексте особенностей ТО и ремонта электрических и гибридных ТС, а также безопасности и правильного обращения с электрооборудованием;
- создание или модернизация зарядных станций для электрифицированных ТС на территории автосервиса, обеспечивающих зарядку во время проведения сервисных работ (в том числе с использованием возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия или энергия ветра, для снижения экологического следа);
- сотрудничество с производителями автотранспорта с альтернативным типом двигателя для получения актуальной информации о новых моделях, технических характеристиках и требованиях к обслуживанию;
- предоставление клиентам информации о возможностях обслуживания и восстановления электрокаров и гибридов в АСП, включая цены, сроки и доступность услуг.

Такие меры позволят перейти к более чистым источникам энергии и снижению негативного воздействия на ОС.

Итак, трансформация системы автосервиса предполагает адаптацию к изменениям в экономико-политической среде, инновационные подходы в обслуживании клиентов, решение кадровых вопросов, а также применение мер по сокращению отрицательного воздействия сферы автосервиса на природную среду.

Таким образом, инициатива трансформации системы автосервиса включает следующие ключевые этапы:

- разработка стратегии системы автосервиса, ориентированной на повышение конкурентоспособности АСП в текущих экономико-политических условиях;
- повышение эффективности использования ресурсов с обновлением физических активов АСП (здания, технологическое оборудование, инфраструктура) для повышения производительности предприятий и уровня предоставляемых услуг;
- проведение маркетинговых исследований для выявления потребностей клиентов и требований целевого рынка предоставляемых услуг;
- совершенствование кооперации, разделения труда и организации рабочих мест с целью создания эффективной командной работы и оптимизации трудовых процессов;
- совершенствование системы управления АСП для более эффективного контроля и координации процессов (распределение рабочих ресурсов (времени, персонала, оборудования), планирование заказов и услуг, контроль качества обслуживания, управление запасами, финансовый учет и т. д.);
- переход к «зеленой» мобильности, учитывающий поддержку автомобилей с электроприводом, создание инфраструктуры для зарядки и обслуживания электротранспорта;
- разработка и внедрение систем утилизации отходов системы автосервиса с разработкой мер по сортировке, переработке и управлению потоком отходов;
- проведение экологической сертификации: получение сертификатов и участие в программах по экологической сертификации, подтверждающих соблюдение стандартов экологической безопасности и устойчивого развития;
- проведение технологических мероприятий по интеграции новых услуг с применением прогрессивных технологий;
- обучение персонала в области экологии (проведение образовательных программ по освоению сотрудниками навыков квалифицированной утилизации отходов, применению экологически ответственных методов работы и внедрению «зеленых» технологий).

Интеграция технологий, систематическое профессиональное обучение персонала, фокус на сокращении вредного воздействия на ОС, гибкие стратегии для преодоления дисбаланса между объемами продаж и мощностями АСП, а также оперативная реакция на изменения в потребительском спросе – являются ключевыми компонентами успешной трансформации системы автосервиса в современном мире.

Выводы

Эффективная трансформация системы автосервиса в условиях экономико-политической конъюнктуры включает в себя как техническую политику, ориентированную на изменения в потребительском спросе, так и экологические аспекты. Такой комплексный подход не только соответствует текущим трендам и создает конкурентные преимущества, но и является стратегически важным шагом к созданию устойчивой и ответственной модели предоставления услуг в сфере обслуживания автомобилей.

Список литературы

1. Сытник, Е. С. К вопросу повышения эффективности работы предприятий автосервиса / Е. С. Сытник, О. В. Сафонов // Актуальные проблемы науки и техники 2023 : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 15–17 марта 2023 г. ; ответственный редактор Н. А. Шевченко. – ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» : Ростов-на-Дону, 2023. – С. 599–600.

2. Тимерханов, А. В России насчитывается около 54 млн единиц автомобильной техники / А. Тимерханов. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2023. – 14 авг. – URL: <https://www.autostat.ru/news/55373/> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
3. Тимерханов, А. Продажи новых легковых автомобилей в России в 2023 году и в декабре / А. Тимерханов. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2024. – 10 янв. – URL: <https://www.autostat.ru/press-releases/56543/> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
4. Чупров, А. «АВТОСТАТ»: российский авторынок в 2024 году может вырасти на четверть / А. Чупров. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2023. – 30 нояб. – URL: <https://www.autostat.ru/news/56275/> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
5. Солдатов, Р. СТОп машина: спрос на услуги автосервисов увеличится на четверть / Р. Солдатов. – Текст : электронный // Известия : [сайт]. – 2023. – 27 окт. – URL: <https://iz.ru/1595608/roman-soldatov/stop-mashina-sprosa-na-uslugi-avtoservisov-uvlechilsia-na-chetvert> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
6. Статистика СТО автомобилей в России на конец 2023 года. – Текст : электронный // Лада.Онлайн : [сайт]. – 2024. – 7 янв. – URL: <https://лада.онлайн/autonews/lada-vesta-news/34957-statistika-sto-avtomobilej-v-rossii-na-konets-2023-goda.html> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
7. Солдатов, Р. СТО машина: количество автосервисов в России выросло на 7 тыс. / Р. Солдатов. – Текст : электронный // Известия : [сайт]. – 2023. – 1 июля. – URL: <https://iz.ru/1537511/roman-soldatov/sto-mashina-kolichestvo-avtoservisov-v-rossii-vyroslo-na-7-tys> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
8. Тимерханов, А. Эксперты нашли регионы с наибольшим количеством автодилеров / А. Тимерханов. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2023. – 15 дек. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/56399> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
9. Семёнов, И. Число автодилеров в России стремится к рекордному уровню / И. Семёнов. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2024. – 31 янв. – URL: <https://www.autostat.ru/news/56742/> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
10. Лузина, М. Сколько денег тратят россияне на услуги автосервиса? / М. Лузина. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2021. – 12 янв. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/46925/> (дата обращения: 03.02.2024 г.).
11. Лобода, В. В 2021 году на услуги автосервиса россияне потратили более 680 млрд рублей / В. Лобода. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2022. – 10 янв. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/50348/> (дата обращения: 03.02.2024 г.).
12. Лобода, В. В 2022 году на услуги автосервиса россияне потратили 760 млрд рублей / В. Лобода. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2022. – 29 дек. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/53523/> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
13. Тимерханов, А. Ёмкость рынка автосервиса в 2023 году превысила 875 млрд рублей / А. Тимерханов. – Текст : электронный // Автостат : [сайт]. – 2024. – 9 янв. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/56532/> (дата обращения: 03.02.2024 г.).
14. Однокозов, П. С. Маркетинг инноваций в автомобильном сервисе / П. С. Однокозов, Е. В. Дуганова. – Текст : электронный // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 3–4. – С. 75–78. – URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=1984> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
15. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень. 1 квартал 2023 года. – Текст : электронный // Министерство транспорта Российской Федерации : [сайт]. – 2023. – 5 июня. – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/12543?type=> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
16. Тохиров, Т. И. Организация станций технического обслуживания автомобилей / Т. И. Тохиров. – Текст : электронный // Социально-экономические явления и процессы. – 2013. – № 9(55). – С. 110–112. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-stantsiy-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-avtomobilej/viewer> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
17. Сытник, Е. С. Характеристика автомобильного транспорта как искусственного источника загрязнения окружающей среды / Е. С. Сытник. – Текст : электронный // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2023 : материалы IX Международной научно-практической конференции (заочно-дистанционная) в рамках 9-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие», Горловка, 25 мая 2023 г. / Автомобильно-дорожный институт (филиал) ДонНТУ в г. Горловка. – Горловка : АДИ ДонНТУ, 2023. – С. 96–101. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54656668> (дата обращения: 11.03.2024 г.).
18. Маврин, Г. В. Обращение с отходами на предприятиях автосервиса / Г. В. Маврин, В. Г. Маврин, И. А. Насыров. – Набережные Челны : НЧИ КФУ, 2018 – 93 с.
19. Ситникова, Н. А. Рынок сбора и переработки изношенных автомобильных шин / Н. А. Ситникова // Твёрдые бытовые отходы. – 2023. – № 8(206). – С. 10–15.
20. Сытник, Е. С. Электромобили как инновационное решение экологических проблем автомобильного транспорта и его инфраструктуры / Е. С. Сытник // Донецкие чтения 2023: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы VIII Международной научной конференции, Донецк, 25–27 октября 2023 года. – Донецк : Донецкий государственный университет, 2023. – С. 85–88.

21. Сытник, Е. С. Современные тенденции, инновационные подходы и решения экологических проблем автотранспортной отрасли России / Е. С. Сытник // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2023. – № 4(47). – С. 12–17.

Е. С. Сытник, О. В. Сафонов, Н. М. Лактионов
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Разработка инициативы трансформации системы автосервиса
в условиях экономико-политической конъюнктуры

В статье рассмотрено состояние автосервисного сектора с целью выявления основных факторов, влияющих на ее функционирование. Обсуждены актуальные тенденции, с которыми сталкиваются автосервисы в условиях интенсивного роста численности автотранспорта. В фокусе внимания находится динамика изменений в численности автопарка, спросе на услуги, в структуре дилерской сети. Выполнен анализ технологических и кадровых изменений. Подчеркнута значительная роль инфраструктуры автомобильного транспорта в формировании экологического следа в современном обществе, важность разработки эффективных систем управления отходами автосервиса и создания поддерживающей инфраструктуры для электромобилей. Предложен комплексный подход к эффективной трансформации системы автосервиса и выделены ключевые этапы программы по трансформации системы автосервиса, сфокусированные на поддержании конкурентоспособности, экологической безопасности и устойчивости в условиях динамичного развития автомобильного сектора.

АВТОСЕРВИС, ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОСЕРВИСА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ УСЛУГ, ОТХОДЫ АВТОСЕРВИСА, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

E. S. Sytnik, O. V. Safonov, N. M. Laktionov
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Development of an Initiative to Transform the Car Service System
in the Economic and Political Situation

The article examines the state of the car service sector in order to identify the main factors influencing its functioning. The current trends that car services face in the context of the intensive growth in the number of vehicles are discussed. The focus is on the dynamics of changes in the size of the vehicle fleet, demand for services, and in the structure of the dealer network. The analysis of technological and personnel changes is carried out. The significant role of the road transport infrastructure in the formation of the ecological footprint in modern society, the importance of developing effective car service waste management systems and creating a supporting infrastructure for electric vehicles are emphasized. The integrated approach to the effective transformation of the car service system is proposed. The key stages of the program for transforming the car service system, focused on maintaining competitiveness, environmental safety and sustainability in the dynamic development of the automotive sector, are highlighted.

CAR SERVICE, CAR SERVICE SYSTEM TRANSFORMATION, VEHICLE MAINTENANCE AND REPAIR, SERVICE COMPETITIVENESS, CAR SERVICE WASTE, ENVIRONMENTAL IMPACT

Сведения об авторах:

Е. С. Сытник

SPIN-код РИНЦ: 2595-6775
 AutorID: 1209280
 Телефон: +7 949 720-59-57
 Эл. почта: ess007@bk.ru

О. В. Сафонов

Телефон: +7 949 437-19-40
 Эл. почта: safonovoleg798@gmail.com

Н. М. Лактионов

Телефон: +7 949 406-85-40
 Эл. почта: 1grafinia@rambler.ru

Статья поступила 12.03.2024

© Е. С. Сытник, О. В. Сафонов, Н. М. Лактионов, 2024

Рецензент: С. В. Никульшин, канд. техн. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

М. М. Саиян, Д. Н. Зекун

ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ, ХАРАКТЕРИСТИК И МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ЭВАКУАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК

Рассмотрены конструкции, характеристики и методы испытаний эвакуационных электрических тележек. С помощью описанных методов подтверждаются основные технические характеристики тележки: номинальная нагрузка и дальность хода. Методы разработаны с учетом информации, приведенной в стандартах на изделия, которые имеют сходные конструктивные признаки с тележкой.

Ключевые слова: электрические тележки, методы испытаний электрических тележек, конструкция электрических тележек, технические характеристики электрических тележек

Введение

В современных условиях сформировалась устойчивая потребность в механизированных средствах перемещения и эвакуации раненых и пострадавших на догоспитальном этапе. Расстояние, на которое требуется перемещать раненых от места оказания им первой медицинской помощи до транспортного средства, которое доставит их в медицинское учреждение, может составлять до пяти километров. Время доставки раненого до места, где возможно проведение мероприятий по стабилизации его состояния, ограничено, поэтому транспортировку раненого требуется осуществлять при любых погодных условиях, как по грунтовым дорогам, так и пересеченной местности, характеризующейся сложным и изменчивым рельефом, растительностью, которые препятствуют движению и создают различные преграды. В таких условиях перемещение раненого на носилках, без применения механизированных средств, является очень тяжелой задачей.

Целью статьи является сравнительный анализ конструкций существующих и разрабатываемых электрических эвакуационных тележек и методов их испытаний.

Обзор конструкций и характеристик эвакуационных тележек

Существует множество конструкций механизированных средств перемещения раненых, начиная от тележек-носилок со складным колесом (рисунок 1), которые перемещают два человека, и заканчивая колесным или гусеничным транспортером с беспроводным управлением, от которого сопровождающий может находиться на значительном удалении [1].

Промежуточное положение в этом ряду занимают электрические тележки, работающие от аккумуляторной батареи и приводимые в движение двумя встроенными мотор-редукторами колес. Рассмотрим модели «ТЭТЭ» и «ТЭС 150», которые имеют сходные конструкции, размеры и технические характеристики, показанные на рисунках 2, 3 и в таблице [2, 3].

Таблица – Технические характеристики тележек «ТЭТЭ» и «ТЭС 150»

Модель	«ТЭТЭ»	«ТЭС 150»
Номинальная нагрузка, кг	150	150
Дальность хода, км	15	12
Масса, кг	27	40
Номинальная мощность двигателей, Вт	2 × 350	2 × 500
Номинальная емкость аккумуляторной батареи, А·ч	20	20
Размер колес, дюйм	20	20
Погрузочная высота, мм	370	350
Размеры рамы (длина × ширина), мм	1865 × 584	2060 × 600



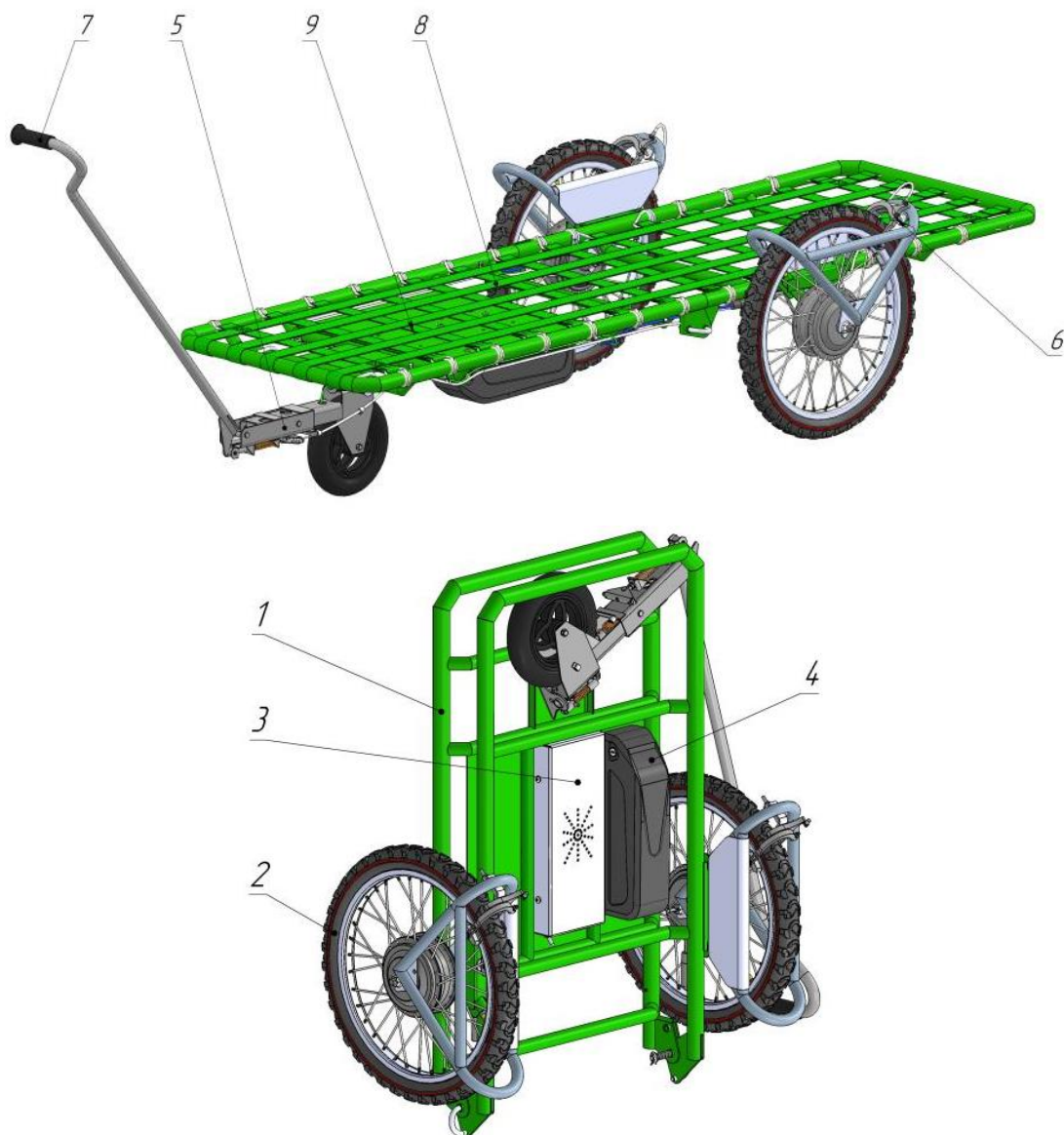
Рисунок 1 – Тележка-носилки со складным колесом



Рисунок 2 – Эвакуационная тактическая электрическая тележка «ТЭТЭ»

Обе модели имеют складную раму (1) и могут находиться в разложенном, сложенном и транспортном положении, со снятыми блоками колес. В обеих конструкциях использованы колеса со встроенным мотор-редуктором (2). Мотор-редуктор выполнен на базе безколлекторного двигателя на постоянных магнитах с электронной коммутацией обмоток и планетарного редуктора, выполненных в одном корпусе. На раме закреплены контроллеры управления двигателем (3) и быстросъемная литий-ионная аккумуляторная батарея (4), заряжаемая от внешнего стандартного устройства.

Модель «ТЭС 150», разработанная ГУ «ПКТИ» (г. Донецк), имеет отличительные особенности: переднее поворотное колесо (5), колодочные тормоза (6) на ведущих колесах. Поворот, торможение и управление скоростью движения тележки осуществляется с помощью ручки (руля) (7). На раме закреплено ленточное полотно панели (8), имеющее возможность натяжения в продольном направлении при помощи натяжного устройства (9).



1 – складная рама; 2 – колесо со встроенным мотор-редуктором;
 3 – контроллеры двигателей; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – поворотное колесо;
 6 – тормоза; 7 – ручка (руль); 8 – полотно панели; 9 – натяжное устройство

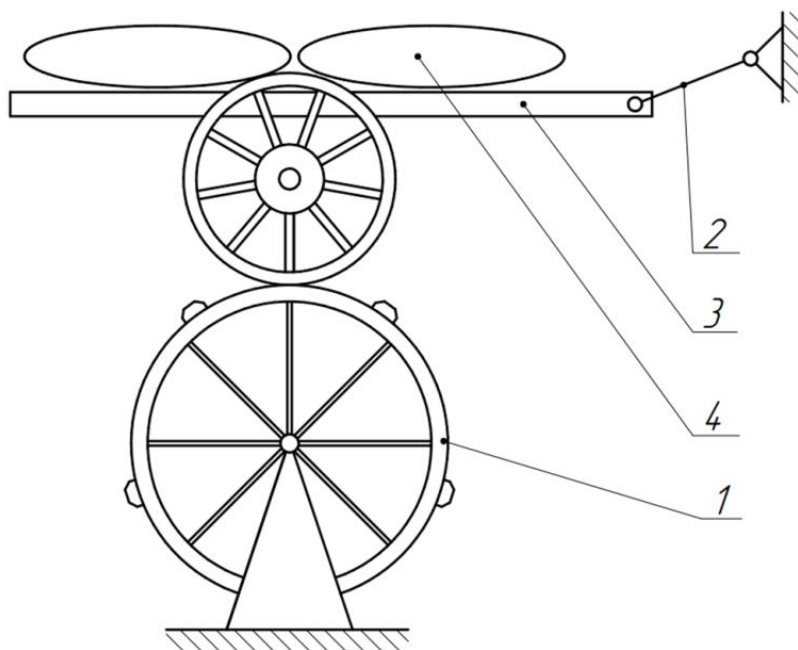
Рисунок 3 – Эвакуационная тележка с сервоприводом «ТЭС 150»

Методы испытаний

Номинальная нагрузка тележки подтверждается испытаниями 1–4, дальность хода – испытанием 5. Функционирование тележки в различных погодных условиях подтверждается испытанием 6. Методы испытаний разработаны с учетом [4–7].

1. Испытание на динамические воздействия.

Испытание проводят на стенде, показанном на рисунке 4. Стенд представляет собой два вращающихся барабана (1) диаметром от 500 до 1000 мм. На барабанах расположены выступы шириной 50 мм и высотой 10 мм, с фаской под углом 45 градусов до середины высоты. Окружное расстояние между выступами не менее 400 мм. Барабаны вращают против часовой стрелки, обеспечивая линейную скорость на поверхности 8 км/ч [4].



1 – вращающийся барабан; 2 – шарнирная тяга; 3 – испытываемая тележка; 4 – нагрузка

Рисунок 4 – Стенд динамических испытаний

Тележку (3) устанавливают на стенд, обеспечивая совмещение осей вращения колес и барабанов, и закрепляют на шарнирной тяге (2) за раму, со стороны ручки. На полотне панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку (4).

Продолжительность испытания – 6 часов.

2. Испытание на статические воздействия.

На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют 1,5-кратную номинальную нагрузку и выдерживают в течение 10 минут.

Во время приложения нагрузки полотно панели не должно соприкасаться с поперечными брусками рамы.

После снятия нагрузки остаточная деформация брусков рамы должна быть не более 3 мм [5].

3. Испытание на свободное падение.

На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку. Тележку устанавливают на высоту 200 мм над горизонтальной твердой поверхностью и сбрасывают на нее. Испытание повторяют два раза [6].

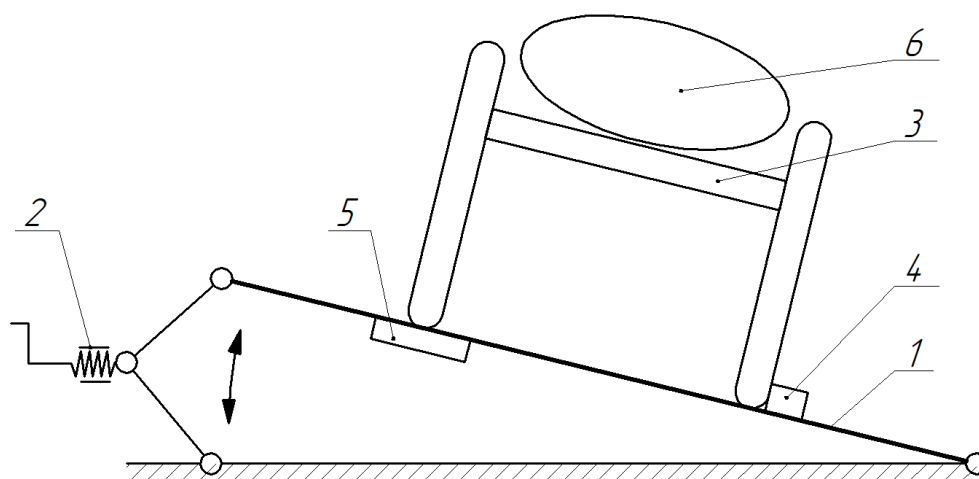
После испытаний 1–3 не должно быть нарушений структурной целостности рамы, визуальных изменений геометрии колес, повреждений креплений аккумуляторной батареи и контроллера.

4. Испытание на боковую статическую устойчивость.

Испытания проводят на стенде, показанном на рисунке 5. Стенд представляет собой наклонную плоскость (1), угол наклона которой может изменяться с помощью подъемного механизма (2).

Тележку (3) устанавливают на плоскость. Для предотвращения сползания под колесо устанавливают упор (4). Другим колесом тележку устанавливают на датчик силы (5). На полотне панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку (6). Угол наклона плоскости постепенно увеличивают, пока усилие воздействия колеса на датчик не станет близкой к нулю. Угол наклона плоскости измеряют уровнем-угломером [7].

Предельный угол наклона, при котором тележка еще находится в статически устойчивом положении, должен быть не менее угла, соответствующего уклону 30 % (17 градусов).



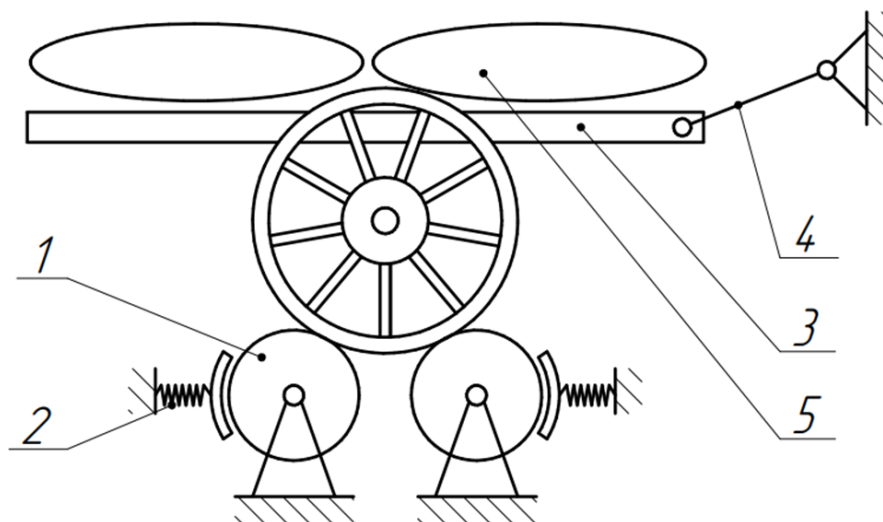
1 – наклонная плоскость; 2 – подъемный механизм; 3 – испытуемая тележка; 4 – упор;
5 – датчик силы; 6 – распределенная нагрузка

Рисунок 5 – Стенд испытаний на статическую устойчивость

5. Определение дальности хода.

Испытание проводят на роликовом нагрузочном стенде, показанном на рисунке 6. Стенд представляет собой два вращающихся прорезиненных ролика (1) диаметром от 200 до 300 мм. Каждый ролик снабжен тормозным устройством (2), создающим момент сопротивления вращению. Тормозное устройство может быть как механическим, так и электромагнитным.

Тележку (3) устанавливают так, чтобы вращение колес приводило во вращение ролики, и закрепляют на шарнирной тяге (4) за раму, со стороны ручки (руля). На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют нагрузку равную 60 % номинальной (5).



1 – вращающиеся ролики; 2 – тормозное устройство; 3 – испытуемая тележка;
4 – шарнирная тяга; 5 – распределенная нагрузка

Рисунок 6 – Роликовый нагрузочный стенд

Перед началом испытания на тележку устанавливают полностью заряженную аккумуляторную батарею и выполняют электрические соединения, позволяющие контролировать напряжение и ток аккумуляторной батареи, а также фазный ток двигателя.

Колеса тележки вращают, обеспечивая линейную скорость на поверхности колеса 5 км/ч.

Скорость движения и суммарную дистанцию (дальность хода) вычисляют, используя велокомпьютер, в который вводят данные о наружном диаметре покрышки. Велокомпьютер измеряет последовательность промежутков времени, за которые колесо совершает один оборот, и число оборотов колеса, получая сигнал от датчика на основе геркона. Датчик, установленный на раму тележки, срабатывает в момент прохождения мимо него магнита, закрепленного на спице колеса.

По току двигателя устанавливают необходимый момент сопротивления вращению роликов стенда.

При испытании:

а) ток разряда аккумуляторной батареи (среднеквадратическое значение) должен быть не более $0,6 I_t$, А,

где: I_t – базовый ток аккумуляторной батареи, А; $I_t = C5, \text{ А} \cdot \text{ч} / 1 \text{ ч}$; $C5, \text{ А} \cdot \text{ч}$ – номинальная емкость аккумуляторной батареи 5 часового режима разряда;

б) ток двигателя (амплитудное значение) должен быть от $0,6 I_n$ до $0,8 I_n$,

где: I_n – номинальный фазный ток двигателя, А.

Испытание проводят до конечного напряжения разряда аккумуляторной батареи $(2,5 \pm 0,1) \text{ В/элемент}$, согласно [8]. После испытания батарею заряжают.

Дальность хода определяют как среднее значение по результатам как минимум двух испытаний.

Примечания.

1. В модели «ТЭС 150» установлена литий-ионная железо-фосфатная аккумуляторная батарея, номинальным напряжением 48 В (16 элементов), номинальной емкостью 20 А·ч. Базовый ток батареи – 20 А, конечное напряжение разряда – $(40 \pm 1,6) \text{ В}$.

2. В модели «ТЭС 150» установлен безколлекторный двигатель постоянного тока с электронной коммутацией (BLDC) номинальным напряжением 48 В, номинальной мощностью 500 Вт. Номинальный фазный ток двигателя 12,5 А согласно [9].

6. Дорожные испытания.

Проводят как минимум три заезда на суммарную дистанцию не менее 15 км, батарею при необходимости заряжают. На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку. Преодоление дистанции проводится испытателями, попеременно. В движение тележку приводит один испытатель. Для преодоления сложных участков местности допускается прикладывать только его дополнительные физические усилия.

Регистрируют дистанцию и время заезда. Указывают основные характеристики местности и грунта, наличие преград, температуру воздуха и погодные условия. Оценивают управляемость тележки.

Проводят дополнительный заезд, место распределенной нагрузки занимает испытатель, тело которого закрепляют фиксирующими ремнями. Оценивают комфортность тележки.

После испытания не должно быть нарушений структурной целостности рамы, визуальных изменений геометрии колес, повреждений креплений аккумуляторной батареи и контроллера.

Управляемость и комфортность оценивают с применением балльного способа выражения показателей.

Испытатели оценивают в баллах каждый показатель (отлично – 3; хорошо – 2; удовлетворительно – 1; неудовлетворительно – 0), средний результат оценки по каждому показателю умножают на коэффициенты весомости и произведения суммируют. Коэффициент весомости для показателей управляемость и комфортность – 1. Управляемость оценивают испытатели, управляющие тележкой, комфортность – испытатели, выполняющие роль пострадавшего.

Выводы

В ГУ «ПКИ» разработана конструкторская документация «Тележка эвакуационная с сервоприводом «ТЭС 150». Для проведения испытаний планируется к изготовлению опытный образец.

Испытания образца разработанной тележки, в том числе на номинальную нагрузку и дальность хода, будут проведены с учетом изложенных в статье методов испытаний.

Предложенная конструкция тележки позволит сократить время на эвакуацию раненых и повысить безопасность транспортировки.

Изложенная в настоящей статье информация может быть использована при проведении испытаний и оценке соответствия тележек требованиям безопасности [10].

Список литературы

1. Обзор тележек для эвакуации раненых. – Текст : электронный. – URL: <https://yandex.ru/video/preview/9602396527324773356>.
2. Прифронтной гараж и тележка Филатова, ТЭТЭ. – Текст : электронный. – URL: <https://ya.ru/video/preview/8581676235739198251>.
3. Эвакуационная тележка с сервоприводом «ТЭС 150». Руководство по эксплуатации. – Донецк : Проектно-конструкторский технологический институт, 2024. – 11 с.
4. ГОСТ Р ИСО 4210-3-2023. Велосипеды. Требования безопасности для велосипедов. Часть 3. Общие методы испытаний (ISO 4210-3:2014, IDT) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 мая 2023 г. № 288-ст : введен впервые : дата введения 2023-06-01 / подготовлен ООО «ПРОФИТЕСТ». – Москва : Российский институт стандартизации, 2023. – 10 с.
5. ГОСТ 16940-2023. Носилки санитарные. Общие технические требования и методы испытаний : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 августа 2023 г. № 164-П) : взамен ГОСТ 16940–89 : дата введения 2024-06-01 / разработан ООО «НПП «МИКРОМОНТАЖ». – Москва : Российский институт стандартизации, 2023. – 12 с.
6. ГОСТ 28218-89 (МЭК 68-2-32-75). Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ed: Свободное падение : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.08.1989 № 2559 : замечания к внедрению ГОСТ 28218–89 : переиздание сентябрь 2006 г. : дата введения 1990-03-01. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 11 с.
7. ГОСТ Р ИСО 7176-1-2018. Кресла-коляски. Часть 1. Определение статической устойчивости (ISO 7176-1:2014, IDT) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 ноября 2018 г. № 1014-ст : взамен ГОСТ Р ИСО 7176-1-2005 : дата введения 2019-08-01 / подготовлен ФГУП «Стандартиформ». – Москва : Стандартиформ, 2018. – 32 с.
8. ГОСТ Р МЭК 61960-3-2019. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие неокислотные электролиты. Литиевые аккумуляторы и батареи для портативных применений. Часть 3. Призматические и цилиндрические литиевые аккумуляторы и батареи (IEC 61960-3:2017, IDT) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 октября 2019 г. № 1000-ст : взамен ГОСТ Р МЭК 61960-2007 / подготовлен Национальной ассоциацией производителей источников тока «РУСБАТ». – Москва : Стандартиформ, 2019. – 20 с.
9. GDF-15. – Текст : электронный // MXUS : [сайт]. – 2022 – URL: http://www.mxusebikekit.com/pro_info.asp?Pid=21.
10. TP TC 010/2011. О безопасности машин и оборудования : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 года № 823 : с изменениями, внесенными решением Совета ЕЭК от 16 мая 2016 года № 37. – Текст : электронный // Ростехнадзор : [сайт]. – URL: <http://mos.gosnadzor.ru/about/documents/%D0%A2%D0%A0%20%D0%A2%D0%A1%200102011%20%D0%9E%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F.pdf>.

М. М. Саиян, Д. Н. Зекун
ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Анализ конструкций, характеристик и методов испытаний
эвакуационных электрических тележек

Целью статьи является сравнительный анализ технических характеристик и конструкций, электрических эвакуационных тележек, предназначенных для перемещения и эвакуации раненых и пострадавших на догоспитальном этапе, а также ознакомление с методами их испытаний.

Характерными особенностями конструкции тележек является то, что обе представленные модели имеют складную раму и могут находиться в разложенном, сложенном и транспортном положении, со снятыми колесами. Обе модели также имеют автономный ход, с питанием от аккумуляторной батареи, в них применены безколлекторные двигатели на постоянных магнитах с электронной коммутацией обмоток.

Разработанные методы испытаний авторы предлагают использовать для подтверждения наиболее важной заявляемой характеристики тележки – номинальной нагрузки, а также измерения дальности хода и подтверждения функционирования.

Номинальная нагрузка подтверждается испытаниями на динамическое воздействие, на статическое воздействие, на свободное падение и боковую статическую устойчивость.

Испытания проводят с применением стендов, конструктивная схема которых приводится в статье, указаны средства измерений, описан порядок проведения испытаний.

Методы разработаны с учетом информации, приведенной в стандартах на изделия, которые имеют сходные конструктивные признаки с тележкой.

Изложенная в статье информация, может быть использована при оценке соответствия тележек требованиям безопасности.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕЛЕЖКИ, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК, КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК, ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК

М. М. Saiyan, D. N. Zekun
State Institution «Design and Construction Technological Institute», Donetsk
Analysis of Designs, Characteristics and Test Methods of Electric Evacuation Trolleys

The purpose of the article is a comparative analysis of the technical characteristics and designs of the electric evacuation trolleys designed for the movement and evacuation of the wounded and victims at the prehospital stage, as well as familiarization with the methods of their testing.

Characteristic features of the trolley design are that both presented models have a folding frame and can be in the unfolded, folded and transport position, with the motor wheels removed. Both models are also self-powered, powered by a battery, and use commutatorless permanent magnet motors with electronically switched windings.

The authors propose to use the developed test methods to confirm the most important declared characteristic of the trolley – the rated load, as well as measure the travel range and operation.

The rated load is confirmed by tests for dynamic impact, static impact, free fall and lateral static stability.

Tests are carried out using stands, the design diagram of which is given in the article. The measuring instruments are indicated and the test procedure is described.

The methods are developed taking into account the information given in the standards for products that have similar design features to the trolley.

The information presented in the article can be used to assess the compliance of trolleys with safety requirements.

ELECTRIC TROLLEYS, ELECTRIC TROLLEY TESTING METHODS, ELECTRIC TROLLEY DESIGN, ELECTRIC TROLLEY TECHNICAL CHARACTERISTICS

Сведения об авторах:

М. М. Саиян, главный метролог

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

Д. Н. Зекун, ведущий инженер

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

Статья поступила 19.03.2024

© М. М. Саиян, Д. Н. Зекун, 2024

Рецензент: С. В. Никульшин, канд. техн. наук, доц.,
 Автомобильно-дорожный институт
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.7/.8.001.5

И. В. Шилин, канд. техн. наук¹, А. В. Химченко, канд. техн. наук²

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

2 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», г. Воронеж

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ НА ИЗМЕНЕНИЕ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Выполнен анализ требований действующих нормативных документов на гарантийные сроки проведения ремонтно-восстановительных работ на автомобильных дорогах. Проанализированы аспекты обеспечения требуемого значения коэффициента уплотнения при проведении текущего ремонта покрытия автомобильных дорог на основе учета фактического заполнения смесью объема ремонтной карты и соблюдении температурного режима. Рассмотрен процесс изменения ровности покрытия из-за технологических особенностей проведения текущего ремонта покрытия автомобильных дорог. Составлена схема движения транспортных средств по поверхности покрытия с неровностями.

Ключевые слова: текущий ремонт покрытия автомобильной дороги, ремонтная карта, коэффициент уплотнения ремонтной смеси, температурный режим устройства покрытия, ровность покрытия, безопасность дорожного движения

Актуальность исследования

В соответствии с [1] на территории Российской Федерации с 2017 г. установлены нормативные межремонтные сроки, применяемые для расчета ассигнований федерального бюджета на ремонт автомобильных дорог федерального значения I–IV технических категорий не менее 12 лет, для V технической категории – не менее 5 лет.

Для дорог регионального или межмуниципального значения [2] установлены гарантийные межремонтные сроки для покрытий автомобильных дорог общего пользования:

- I технической категории (от 20 000 авт/сут) – 2 года, (от 10 000 до 20 000 авт/сут) – 4 года;
- II технической категории (от 5000 до 10 000 авт/сут) – 5 лет;
- III технической категории (от 2500 до 5000 авт/сут) – 6 лет;
- IV технической категории (от 1000 до 2500 авт/сут) – 7 лет;
- V технической категории – 8 лет.

Для улиц населенных пунктов межремонтные сроки устанавливаются органами местной власти, и могут значительно отличаться (в зависимости от требований). Но в общем случае они составляют для отмотки – 15 лет, для тротуаров (дорожек, площадок) – 10–12 лет, для проездов и парковок – 8–10 лет.

Таким образом, на протяжении вышеуказанных сроков автомобильная дорога должна сохранять потребительские свойства в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, как минимум обеспечивать фактическую (эксплуатационную) скорость и безопасность дорожного движения [3]. Обеспечение этих параметров обуславливается ровностью (поперечной и продольной) покрытия автомобильной дороги. Сохранение ровности покрытия является важной задачей не только для обеспечения работоспособности в течение всего срока эксплуатации автомобильной дороги, но и для обеспечения безопасности дорожного движения.

Анализ публикаций

Проблемам повышения качества уплотнения горячих асфальтобетонных смесей посвящены работы А. З. Апарцева, В. В. Бадалова, А. П. Васильева, Н. В. Горелышева, М. Г. Горячева, А. В. Захаренко, А. Ф. Зубкова, С. Н. Иванченко, В. С. Истомина, И. С. Ищенко, Т. Н. Калашниковой, М. П. Костельова, Э. В. Котлярского, В. П. Носова, В. Г. Однолько, В. Б. Пермякова, В. П. Подольского, Д. А. Семенова, Н. Я. Хархуты и др.

Изучение технологических режимов уплотнения катками асфальтобетонных смесей выполняли В. А. Бауман, Н. В. Быстрова, В. Н. Кононова, Т. Н. Сергеева и др.

Вопросами изменения ровности дорожной одежды занимались А. К. Бируля, В. В. Сильянов, Ю. М. Ситников, А. П. Васильев, Ю. В. Слободчиков, А. А. Гейдт, В. С. Васильев, М. С. Каганзон, Н. Я. Говорущенко, В. Е. Каганович, О. В. Красиков и др.

Основные подходы к организации выполнения ремонтных мероприятий рассматривали Ю. В. Слободчикова, А. А. Гейдт, Б. А. Волкова, В. Е. Каганович и др.

Проблемы обеспечения ровности дорожного покрытия после проведения работ по текущему ремонту в публикациях общего доступа освещены недостаточно.

Целью работы является анализ изменения ровности дорожного покрытия от качества выполнения текущего ремонта покрытий автомобильных дорог.

Основная часть

В процессе эксплуатации автомобильных дорог и улиц населенных пунктов в конструктивных слоях дорожной одежды протекают различные деструктивные процессы, которые приводят к различным деформациям. В зависимости от объемов деформаций назначаются виды ремонтных работ. Наиболее часто протекают процессы трещинообразования, с последующим их развитием в ямы и выбоины.

Устранение ямочности на покрытии автомобильных дорог в процессе текущего ремонта может выполняться различными способами:

- только заполнение ремонтных карт (ямочный ремонт);
- выполнение ямочного ремонта с последующим перекрытием отремонтированной поверхности;
- полное фрезерование деформированного покрытия с последующей укладкой нового слоя.

При укладке нового слоя ровность покрытия обеспечивается ровностью поверхности основания, конструктивными особенностями и техническими настройками асфальтоукладчика и катков, технологическими режимами выполнения работ. При правильно подобранных параметрах устройства слоя покрытия микронеровности практически исключаются, а макронеровности характеризуются базой дорожно-строительных машин [4]. И практически все исследования по подбору оптимальных режимов уплотнения и обеспечения ровности покрытий были выполнены именно для укладки новых дорожных покрытий (слоев). В следствие воздействия климатических факторов и подвижной нагрузки технико-эксплуатационные параметры автомобильных дорог (в том числе и ровности покрытия) подвергаются постоянным изменениям. При этом количество микронеровностей, возникших под воздействием подвижной нагрузки, зависит от прочности земляного полотна и дорожной одежды [6].

Гораздо хуже дела обстоят при текущем ремонте дорожных покрытий (ямочном ремонте). По статистике средняя площадь ремонтной карты (подготовленной ямы для укладки ремонтной смеси) не превышает 1 м² [5]. При близко расположенных дефектах несколько ям (выбоин) объединяют в одну ремонтную карту большего размера и сложной формы, но с обязательным выполнением рекомендованного расположения ремонтной карты на поверхности дороги (границы ремонтной карты должны иметь прямолинейное очертание – параллельно и перпендикулярно оси дороги).

Проведение ямочного ремонта обуславливает минимальную потребность материальных ресурсов, потому и является наиболее распространенным способом устранения ямочности на покрытиях дорог [5].

Качество проведения ямочного ремонта зависит от многих факторов. В проводимом исследовании наибольший интерес вызывают прочность отремонтированного покрытия и его ровность.

Как известно, прочность покрытия автомобильных дорог зависит от состава смеси, температурного режима и от процесса уплотнения, эти параметры в основном оказывают влияние на процесс структурообразования.

Принимаем гипотезу, что состав ремонтной смеси подобран и отвечает всем требованиям. Тогда рассмотрим основные аспекты процесса уплотнения при проведении ямочного ремонта. В общем случае расчетная схема уплотнения ремонтной смеси в ремонтной карте представлена на рисунке 1.

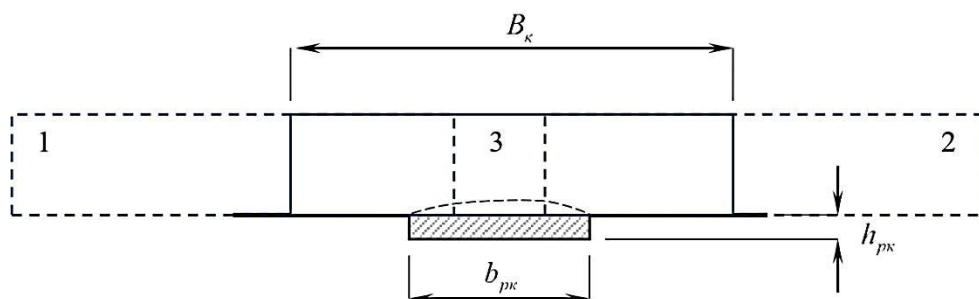


Рисунок 1 – Схема процесса уплотнения ремонтной карты

Идеальным случаем будет, когда количество ремонтной смеси $V_{рем}$ (с учетом коэффициента уплотнения) соответствует геометрическому объему ремонтной карты $V_{рем.кар}$. Тогда при достижении значения коэффициента уплотнения проектному уровню ремонтной поверхности выровняется с уровнем существующего покрытия. При этом можно предположить, что ровность покрытия автомобильной дороги после проведения ямочного ремонта будет не ниже чем до его проведения [5].

При условии, когда $V_{рем} > V_{рем.кар}$ можно утверждать, что при заданном режиме уплотнения (масса катка, количество проходов, режим вибрации) уровень поверхности на ремонтируемом участке будет выше уровня поверхности на существующем покрытии, что существенно снизит ровность покрытия (фактически неровность с отрицательным высотным значением преобразуется в неровность с положительным высотным значением). При $V_{рем} > V_{рем.кар}$ коэффициент уплотнения практически достигает проектного значения $k_{упл} \approx k_{упл}^{np}$.

При условии, когда $V_{рем} < V_{рем.кар}$, можно предположить, что снижение ровности покрытия не будет наблюдаться, так как рабочий орган катка будет уплотнять ремонтную смесь до момента, пока уровень поверхности на ремонтируемом участке выровняется с существующим. Но так как $V_{рем} < V_{рем.кар}$, то коэффициент уплотнения $k_{упл}$ не достигнет проектного значения $k_{упл}^{np}$.

В большинстве случаев при ямочном ремонте распределение ремонтной смеси по объему ремонтной карты выполняется вручную с помощью лопат и разглаживается гладилками. Толщина отсыпаемого слоя ремонтной смеси превышает проектное значение с учетом коэффициента уплотнения. Уплотнение выполняется самоходными гладковальцовыми катками [6].

Из рисунка 1 видно, что ширина рабочего органа уплотняющей машины (B_k) превышает ширину ремонтной карты (b_{pk}). Согласно принятой схеме уплотнения рекомендовано

первыми проходами уплотнять ремонтную смесь по краям карты (позиция 1 и 2), а затем только проходить всю ширину, перекрывая площадь ремонтной карты (позиция 3). Данная схема уплотнения обеспечит ровность поверхности уплотняемой поверхности только в том случае, если прилегающая поверхность существующего покрытия дороги к ремонтной карте имеет идеальное плоское очертание, выдержан температурный режим и правильно определен объем ремонтной смеси. Фактически же в процессе эксплуатации очертание поверхности существующего покрытия приобретает значительные отклонения от проектной поверхности. Таким образом рабочий орган катка, имеющий высокую жесткость, будет придавать уплотняемой поверхности очертание прилегающей существующей поверхности.

Анализируя вышеизложенное, можно предположить, что для качественного проведения ямочного ремонта одним из важных факторов является правильное определение необходимого объема ремонтной смеси.

Следующим важным параметром достижения качественного проведения ямочного ремонта является соблюдение температурного режима.

Установлено, что процесс уплотнения ремонтной смеси при рабочих температурах характеризуется незначительными нагрузками напряжения в месте контакта рабочего органа катка с поверхностью уплотняемого слоя. Известно, что после распределения асфальтобетонной смеси происходит резкое ее остывание. Даже при устройстве нового слоя покрытия время, в течение которого смесь имеет достаточную рабочую температуру после ее укладки, составляет около 5–10 % от продолжительности работ по уплотнению слоя. По мере остывания смеси вязкость битума значительно увеличивается, что приводит к необходимости увеличения нагрузки при уплотнении. Поэтому продолжительность устройства покрытий на прямую зависит от процесса остывания смеси [5].

В случае выполнения ямочного ремонта количество ремонтной смеси незначительно, а площадь поверхности ремонтной карты большая, что обуславливает еще более интенсивное падение температуры после заполнения смесью ремонтной карты.

Рассмотрим зависимость коэффициента уплотнения от температуры смеси в процессе укатки (рисунок 2) [4]. Считается, что коэффициент уплотнения зависит от температуры асфальтобетонной смеси в процессе уплотнения при одном и том же количестве проходов и одинаковой длительности уплотнения.

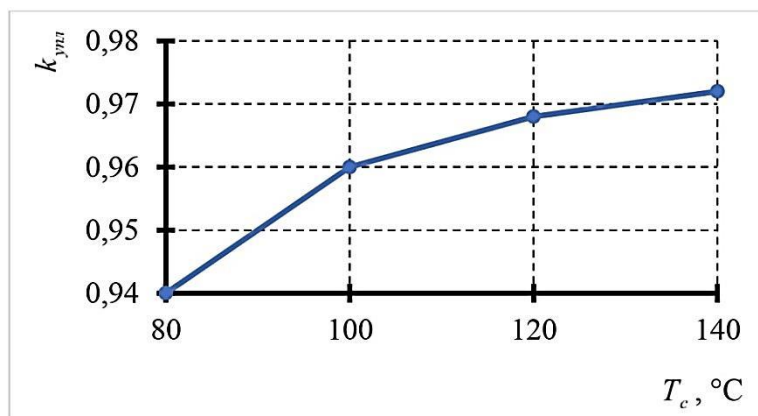


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента уплотнения ($k_{упл}$) от температуры асфальтобетонной смеси (T_c) в процессе уплотнения

Для вновь укладываемых слоев покрытия при понижении температуры смеси рекомендовано увеличивать количество проходов катков по одному следу [6]. Для ямочного ремонта данный способ не срабатывает. В этом случае целесообразно учитывать увеличение пористости в объеме ремонтной карты.

Анализ действующих нормативных документов показывает, что к объемным показа-

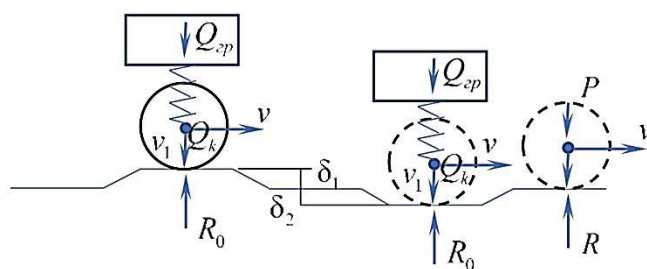
телям уплотненной смеси относят [6]:

- пористость минерального остова;
- количество органического вяжущего;
- остаточную пористость.

Пористость минерального остова напрямую зависит от гранулометрического состава асфальтобетонной смеси. Недостаток органического вяжущего не позволит создать равномерную пленку органического вяжущего вокруг зерен минерального заполнителя, что нарушит однородность смеси и поры в материале не будут заполнены, что обеспечит повышение влагонасыщения. Избыток органического вяжущего позволит заполнить поры внутри материала, что значительно снизит водонасыщение, но в то же время увеличит пластичность асфальтобетона, снизит прочность на сжатие, его водостойкость и морозостойкость. Остаточная пористость характеризует количество пор в материале после процесса уплотнения. Установлено, что пористость асфальтобетонной смеси в насыпном состоянии находится в пределах 25–37 %. После уплотнения (до проектного значения коэффициента уплотнения) в зависимости от состава смеси остаточная пористость колеблется от 2 % до 4 %. Если коэффициент уплотнения не достигнет проектного значения, то остаточная пористость значительно превышает допустимую. И это приведет к снижению всех механических параметров покрытия автомобильной дороги, а значит негативно отразится на всех технико-эксплуатационных параметрах автомобильной дороги, в первую очередь на ровности и сплошности покрытия, обеспеченности расчетной скорости и т. д.

Теперь рассмотрим изменение условий движения транспортных средств из-за нарушения ровности покрытия.

Автомобиль при движении по автомобильной дороге проезжает по ряду неровностей (буграм или выбоинам), имеющим извилистость различного очертания [3, 7]. Вектор скорости транспортного средства $\vec{v}_{авт}$ в момент проезда по неровности направлен по касательной к поверхности, отрывая (прижимая) колесо от покрытия на некоторое время. Наезжая на неровность (или съезжая с нее) со скоростью v_1 , колесо оказывает на покрытие динамическое воздействие (рисунок 3).



Q_{cp} – полный вес транспортного средства; Q_k – вес колеса с мостом;

v – горизонтальная составляющая скорости; v_1 – вертикальная составляющая скорости;

P – сила давления на покрытие от веса автомобиля и веса колеса;

R_0 , R – сила реакции опоры; δ_1 и δ_2 – величина неровности

Рисунок 3 – Схема взаимодействия колеса транспортного средства на покрытие автомобильной дороги в момент прохождения неровности

Исходя из законов кинематики [8] результирующее контактное воздействие колеса на дорожное покрытие определяется как

$$R \cdot \Delta t = G_a \cdot v_1, \quad (1)$$

где R – результирующая контактного взаимодействия автомобиля на покрытие, кН;

Δt – время контактного воздействия колеса с покрытием дороги, с;

G_a – полная масса транспортного средства, кг;

v_1 – вертикальная составляющая скорости движения колеса, м/с.

После преобразования выражения на основе законов динамики [8] определяем значение давления на покрытие в момент удара колеса:

$$P = \frac{G_a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \delta}}{\Delta t \cdot \pi \cdot r^2}. \quad (2)$$

Таким образом, при постоянных значениях массы автомобиля и радиуса отпечатка колеса значение давления на асфальтобетонное покрытие зависит от длительности воздействия Δt и величины неровности δ .

При взаимодействии колеса движущегося автомобиля с неровностью покрытия возникают дополнительные вертикальные колебания автомобиля, вызванные его конструкцией. Это приводит к дополнительному (повторному) динамическому воздействию колеса автомобиля на покрытие автомобильной дороги.

При оценке показателя «ровность покрытия автомобильной дороги» важно оценить амплитуды и длины неровностей для выявления локальных участков, несоответствующих нормативным требованиям (фактическая глубина неровности в продольном или поперечном направлении не должна превышать ее предельное значение, накапливаемая остаточная деформация в покрытии не должна превышать ее предельного значения):

$$h_\phi \leq h_{np}; \quad S_\phi \leq S_{np}, \quad (3)$$

где h_ϕ – глубина неровности в продольном или поперечном направлении, мм;

h_{np} – предельное значение глубины неровности, мм;

S_ϕ и S_{np} – фактическое и предельное значение остаточной деформации, мм.

Это дает возможность группировки участков автомобильной дороги с различными значениями ровности покрытия, среди которых особое внимание уделяется участкам с граничными и превышающими показателями ровности.

Заключение

Таким образом, на качество проведения текущего ремонта (прочность, водостойкость и т. д.) покрытий автомобильной дороги оказывает существенное влияние правильное определение объема ремонтной смеси, соблюдение температурного режима укладки, состояние существующего покрытия (соответствие существующего очертания профиля покрытия проекту). Эти факторы на месте укладки своевременно учесть очень трудоемко (из-за их изменчивости в течение времени). Наиболее просто обеспечить соблюдение температурного режима можно за счет использования специализированной техники (ремонтеров), имеющих принудительный подогрев ремонтной смеси в бункере и предназначенные для применения при низкопроизводительных способах производства работ (при ямочном ремонте). Остальные факторы, к сожалению, оптимизации практически не подвержены. Компенсировать их можно только применением иных технологий проведения текущего ремонта (струйно-инъекционный способ или ремонт покрытий с применением инфракрасного нагрева).

При восстановлении сплошности покрытия на участках с одиночными дефектами (ямами или выбоинами) возможно применение технологии заполнения ремонтной карты горячими смесями. Ровность покрытия ухудшится, но параметры будут соответствовать нормативным требованиям.

При наличии значительного процента повреждения покрытия использование технологии заполнения ремонтной карты горячими смесями нерационально, так как изменение ровности будет катастрофично (даже для низких технических категорий автомобильных дорог). С

большой вероятностью можно утверждать, что на таких участках не только пострадает ровность покрытия, но и повысится водонасыщение, снизится прочность и морозоустойчивость покрытий на отремонтированных местах, что негативно скажется на надежности отремонтированного участка автомобильной дороги и снизит безопасность дорожного движения на них. Использование такой технологии текущего ремонта дороги рационально с последующим перекрытием восстановленного участка на всю ширину полосы движения протяженностью не менее 5 м, что позволит соблюсти нормативные требования к эксплуатационным свойствам автомобильных дорог.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения : постановление Правительства РФ от 30 мая 2017 г. № 658. – Текст : электронный // Гарант.ру : [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/71689744/>.
2. Российская Федерация. Законы. Об утверждении типовых условий контрактов на выполнение работ по строительству (реконструкции), капитальному ремонту, ремонту автомобильных дорог, искусственных дорожных сооружений и информационной карты типовых условий контракта : утверждены Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 5 февраля 2019 г. № 37 – Текст : электронный // Гарант.ру : [сайт]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72161772/>.
3. ГОСТ Р 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2017 г. № 1245-ст : взамен ГОСТ Р 50597-93 : дата введения 2018-06-01 // разработан Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАН «РОСДОРНИИ») Министерства транспорта Российской Федерации. – Москва : Стандартинформ. – 2017. – 30 с.
4. Шилин, И. В. Современные аспекты повышения эффективности ремонтно-восстановительных работ в региональных условиях / И. В. Шилин, В. Ю. Бурлай, В. В. Ушивцев // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : материалы VI международной научно-практической конференции в рамках 6-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и социально-экономическое развитие», Горловка, 27 мая 2020 г. / Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ». – Горловка : АДИ ГОУВПО «ДОННТУ». – 2020. – С. 118–121.
5. Шилин, И. В. Разработка модели очертания ремонтной карты на дорожном покрытии после холодного фрезерования / И. В. Шилин, А. В. Химченко, Ю. Н. Соколова // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Современные строительные материалы. – 2022. – Вып. 1(153). – С. 23–30.
6. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 : издание официальное : утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 272 и введен в действие с 1 июля 2013 г. // ЗАО «СоюздорНИИ». – Москва, 2013. – 72 с.
7. ГОСТ Р 56925-2016. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 мая 2016 г. № 370-ст. : введен впервые : дата введения 2016-10-01 / разработан Научно-исследовательским институтом ЗАО «СоюздорНИИ». – Москва : Стандартинформ, 2016. – 14 с.
8. Смирнов, Г. А. Теория движения колесных машин / Г. А. Смирнов. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Машиностроение, 1990. – 352 с. – ISBN: 5-217-01093-2.

И. В. Шилин¹, А. В. Химченко²

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

2 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», г. Воронеж

Влияние качества проведения работ по текущему ремонту на изменение ровности дорожного покрытия

Действующими нормативными документами на территории Российской Федерации установлены межремонтные сроки на гарантийные сроки проведения ремонтно-восстановительных работ на автомобильных

дорогах различного назначения и технических категорий.

Достижение значения требуемого коэффициента уплотнения смеси при проведении текущего ремонта покрытия автомобильных дорог является необходимым условием обеспечения необходимой прочности, водостойкости и морозостойкости отремонтированного участка. Для выполнения этого условия при выполнении ямочного ремонта покрытия автомобильной дороги необходимо правильное определение необходимого количества ремонтной смеси для заполнения геометрического объема ремонтной карты и соблюдения температурного режима выполнения работ.

Проанализированы аспекты изменения ровности покрытия в процессе эксплуатации автомобильных дорог. Рассмотрен процесс изменения ровности покрытия из-за технологических особенностей проведения текущего ремонта покрытия автомобильных дорог.

Исследована схема взаимодействия колеса транспортного средства на покрытие автомобильной дороги в момент прохождения неровности. Установлены результирующее контактное воздействие колеса транспортного средства на дорожное покрытие и значение давления на покрытие в момент удара колеса. Выявлены причины повторного динамического воздействия на покрытие после наезда на неровность.

Сформулированы рекомендации по компенсации снижения ровности покрытия в процессе выполнения текущего ремонта.

ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ, РЕМОНТНАЯ КАРТА, КОЭФФИЦИЕНТ УПЛОТНЕНИЯ РЕМОНТНОЙ СМЕСИ, ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ УСТРОЙСТВА ПОКРЫТИЯ, РОВНОСТЬ ПОКРЫТИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

I. V. Shilin¹, A. V. Khimchenko²

1 – Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka

2 – Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I», Voronezh

Impact of the Current Repair Work Quality on Changes in Road Surface Evenness

The current regulatory documents on the territory of the Russian Federation establish inter-repair periods for warranty periods of repair and rehabilitation works on highways of various purposes and technical categories.

Achieving the value of the required compaction factor of the mixture during the current repair of highway pavement is a necessary condition for ensuring the necessary strength, water resistance and frost resistance of the repaired area. To fulfill this condition when performing patching repair of highway pavement it is necessary to correctly determine the required amount of repair mixture to fill the geometric volume of the repair map and to comply with the temperature regime of the work.

The aspects of pavement flatness change in the process of highway operation are considered. The process of changing the flatness of the pavement due to the technological features of the current repair of the pavement of highways is considered.

The interaction scheme of a vehicle wheel on the road surface at the moment of passing a bump is considered. The resulting contact impact of the vehicle wheel on the road surface and the value of pressure on the surface at the moment of wheel impact are determined. The reasons of repeated dynamic impact on the pavement after hitting a bump are revealed.

Recommendations on compensation of pavement smoothness reduction in the process of current repair are formulated.

HIGHWAY PAVEMENT CURRENT REPAIR, REPAIR MAP, REPAIR MIXTURE COMPACTION FACTOR, PAVEMENT CONSTRUCTION TEMPERATURE REGIME, PAVEMENT FLATNESS, ROAD TRAFFIC SAFETY

Сведения об авторах:

И. В. Шилин

SPIN-код РИНЦ: 9785-5498
Телефон: +7 949 318-94-57
Эл. почта: shylin_igor@mail.ru

А. В. Химченко

SPIN-код РИНЦ: 4568-1757
Телефон: +9 917 726-00-03
Эл. почта: himch.arkady@yandex.ru

Статья поступила 11.03.2024

© И. В. Шилин, А. В. Химченко, 2024

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

И. И. Бизирка, канд. техн. наук

Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Луганский государственный университет
им. Владимира Даля» в г. Луганск

ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОШКОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Проведены исследования физико-механических характеристик асфальтовяжущих материалов. Для исследования влияния мелкодисперсных наполнителей на свойства асфальтовяжущего вещества были использованы следующие порошки: известняковый, кварцевый, органоминеральный, зола от сжигания осадка сточных вод. По температуре размягчения, пенетрации и растяжимости было изучено влияние различных мелкодисперсных наполнителей на свойства асфальтовяжущего вещества. Показано, что асфальтовяжущие на органоминеральном порошке по качеству не уступают вяжущему на известняковом минеральном порошке.

Ключевые слова: асфальтовяжущее вещество, мелкодисперсные наполнители, температура размягчения асфальтовяжущего, пенетрация битума, растяжимость битума

Введение

Свойства асфальтовяжущего вещества оказывают значительное влияние на качественные показатели асфальтобетонной смеси. Исследование свойств асфальтовяжущего вещества разрешает получить представление о взаимодействии битума и мелкодисперсного наполнителя, а также спрогнозировать свойства асфальтобетона на этих наполнителях. Химический и минералогический составы, характер поверхности, структурные особенности и форма зерен мелкодисперсного наполнителя влияют на характер взаимодействия.

Анализ исследований и публикаций

Вопросами влияния различных мелкодисперсных наполнителей на свойства асфальтовяжущего вещества всегда уделялось большое внимание. Значительный вклад в изучение свойств асфальтовяжущего вещества внесли В. В. Алексеенко, Ю. В. Салтанова, Д. В. Герасимов, А. А. Игнатьев, В. М. Готовцев, К. С. Выродова, С. Г. Михайлов и другие авторы [1–8].

Однако, несмотря на большое количество исследований, данная тематика остается актуальной, так как в качестве минерального порошка для асфальтобетонной смеси используется большое количество техногенного сырья.

Целью статьи является сравнительный анализ влияния различных мелкодисперсных наполнителей на свойства асфальтовяжущего вещества.

Основные результаты исследования

Минеральный порошок представляет собой каменную муку или пыль, получаемую в результате дробления известняков и доломитов.

Согласно ГОСТ Р 52129-2003 [9] порошки бывают двух марок:

МП-1 – порошки неактивированные и активированные из осадочных (карбонатных) горных пород и порошки из битуминозных пород;

МП-2 – порошки из некарбонатных горных пород, твердых и порошковых отходов промышленного производства.

Согласно [9] минеральные порошки были испытаны по основным нормируемым показателям, таким как зерновой состав, пористость, набухание образцов из смеси порошка с битумом, показатель битумоемкости и влажность.

В таблице 1 приведены результаты лабораторных испытаний сертифицированного активированного и неактивированного минерального порошка, а также органоминерального порошка.

Таблица 1 – Требования к мелкодисперсным наполнителям, используемым в качестве минерального порошка, в сравнении с органоминеральным порошком

№ п/п	Показатель	Нормы по маркам и видам минерального порошка согласно ГОСТ Р 52129-2003 [9]			Нормы характеристик сертифицированного минерального порошка марки МП-1 в зависимости от его вида (компания ООО «Елань», г. Москва)		Органо-минеральный порошок
		МП-1		МП-2	неактивиро- ванный	активиро- ванный	
		неактиви- рованный	активиро- ванный				
1.	Зерновой состав, % по массе: – менее 0,071 мм – менее 1,25 мм	80 100	70 100	40 95	71,3 100	69,8 100	80 100
2.	Пористость, %, не более	35	30	40	31,6	29,6	36,36
3.	Набухание образ- цов из смеси по- рошка с битумом, %, не более	2,5	1,8	3,0	2,2	1,6	2,35
4.	Показатель биту- моемкости, г, не более	не нормируется		80	56,6	58,3	59,27
5.	Влажность, % по массе, не более	1,00	не нор- мируется	2,5	0,45	0,45	0,5

Исходя из результатов испытаний, можно сделать вывод, что органоминеральный порошок отвечает требованиям ГОСТ Р 52129-2003 [9]. Также видно, что по ряду показателей он отвечает требованиям, предъявляемым к порошку марки МП-2 (пористость), а по некоторым показателям – минеральному порошку марки МП-1.

После сопоставления показателей, предъявляемых к минеральному порошку, остается непонятно, к какому же виду относится органоминеральный порошок – активированному или неактивированному. Согласно элементному составу, органическая составляющая осадка состоит из углерода (35,4–87,8 %), водорода (4,5–8,7 %), серы (0,2–2,7 %), азота (1,8–8,0 %) и кислорода (7,6–35,4 %) [7]. Также известно, что при хранении осадки сточных вод со временем преобразуются в белково-, жиро-, углеводоподобные вещества. Они в сумме составляют 80–85 %. Оставшиеся 15–20 % составляют лигниногумусовый комплекс соединений. Тяжелые металлы в осадке суммарно не превышают 0,3 %. Анионноактивными свойствами в осадке обладают жироподобные вещества, а катионноактивными – тяжелые металлы. Согласно п. 2.5.6 [8] схожие вещества используются для активации минеральных порошков. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что органоминеральный порошок является активированным. Это и влияет на его конкурентоспособность относительно традиционного минерального наполнителя.

Согласно ГОСТ Р 52129-2003 [9] активированные минеральные порошки должны быть гидрофобными. Согласно данным [10], органоминеральный порошок из осадков сточных вод является гидрофобным.

Исследования асфальтовяжущего вещества были выполнены для изучения взаимодействия битума с мелкодисперсным наполнителем и прогнозирования его влияния на свойства асфальтобетонной смеси.

Для испытаний свойств асфальтовяжущего с использованием различных видов мелкодисперсных наполнителей были использованы порошки с удельной поверхностью $400 \text{ м}^2/\text{кг}$:

- известняковый;
- кварцевый минеральный порошок;
- органоминеральный порошок;
- зола от сжигания осадков сточных вод (ОСВ).

Для изготовления асфальтовяжущего использовали битум БНД 60/90, так как он соответствует ГОСТ 22245-90 [11].

Исследования по битумополимерным вяжущим не выполнялись, поскольку исследованию подвергали битум БНД 60/90.

Содержание мелкодисперсных наполнителей в битуме составляло 5, 10, 20, 40, 50 %.

Были изучены пенетрация (ГОСТ 11501-78 [12]), температура размягчения по кольцу и шару (ГОСТ 11506-73 [13]), растяжимость (ГОСТ 11505-75 [14]).

Температура размягчения асфальтовяжущих приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Температура размягчения асфальтовяжущего вещества, °С

Вид мелкодисперсного наполнителя	Асфальтовяжущее, содержащее различные мелкодисперсные наполнители					
	Битум БНД 60/90	Битум + 5 % МН	Битум + 10 % МН	Битум + 20 % МН	Битум + 40 % МН	Битум + 50 % МН
Известняковый порошок	47,5	47,5	48	49	54	58
Органоминеральный порошок	47,5	48	49	50,5	55	60
Зола от сжигания ОСВ	47,5	47,5	48	50	51	52
Кварцевый порошок	47,5	47,5	47,5	48	50	51

В таблицах 3 и 4 приведены данные по растяжимости и пенетрации асфальтовяжущих веществ.

Таблица 3 – Растяжимость (см) битума и битума, наполненного МП при 25 °С

Вид мелкодисперсного наполнителя	Асфальтовяжущее, содержащее различные мелкодисперсные наполнители					
	Битум БНД 60/90	Битум + 5 % МН	Битум + 10 % МН	Битум + 20 % МН	Битум + 40 % МН	Битум + 50 % МН
Известняковый порошок	94	83	78	57	40	23
Органоминеральный порошок	94	82	74	52	36	19
Зола от сжигания ОСВ	94	87	83	55	44	26
Кварцевый порошок	94	87	82	56	45	27

Таблица 4 – Глубина проникновения иглы при 25 °С, 0,1 мм

Вид мелкодисперсного наполнителя	Асфальтовяжущее, содержащее различные мелкодисперсные наполнители					
	Битум БНД 60/90	Битум + 5 % МН	Битум + 10 % МН	Битум + 20 % МН	Битум + 40 % МН	Битум + 50 % МН
Известняковый порошок	61	57	53	47,5	40	31
Органоминераль- ный порошок	61	58	55	49,5	38	30
Зола от сжигания ОСВ	61	59	57	54	46	38
Кварцевый порошок	61	60	59	56	48	40

Лабораторные испытания асфальтовяжущего вещества, которое содержит известняковый, органоминеральный и кварцевый порошки, а также золу от сжигания ОСВ от 5 до 50 % по массе, показали, что введение этих добавок снижает пенетрацию и растяжимость при 25 °С и повышает температуру размягчения вяжущего вещества (таблицы 2–4).

Выводы

Лабораторные исследования подтверждают, что органоминеральный порошок соответствует требованиям ГОСТ Р 52129-2003 и может использоваться для асфальтобетонных смесей.

Применение данного порошка в асфальтовяжущем оказывает положительное влияние на его свойства. Показано, что асфальтовяжущие на органоминеральном порошке по качеству не уступают вяжущему на известняковом минеральном порошке, что дает возможность спрогнозировать более высокое качество асфальтобетонной смеси при использовании в качестве мелкодисперсного наполнителя органоминерального порошка.

Список литературы

1. Герасимов, Д. В. Структурированное асфальтовяжущее вещество – новый вид связующего в асфальтобетонных смесях / Д. В. Герасимов, А. А. Игнатьев, В. М. Готовцев. – Текст : электронный // Транспортные сооружения : интернет-журнал. – 2021. – Т. 8, № 3. – URL: <https://t-s.today/PDF/08SATS321.pdf> (дата обращения: 13.11.2023).
2. Выродова, К. С. Применение наполнителей, в том числе из шунгита, в составе полимерно-битумных композиций / К. С. Выродова, С. Г. Михайлов. – Текст : электронный // Исследования молодых ученых : материалы ЛП Международной научной конференции, Казань, январь 2023 г. / [под редакцией И. Г. Ахметова]. – Казань : Молодой ученый, 2023. – С. 6–11. – URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/474/17721/> (дата обращения: 07.02.2024).
3. Изучение физико-механических свойств асфальтобетонной смеси на основе модифицированного битум-полимерного вяжущего / А. Ф. Кемалов, Р. А. Кемалов, С. М. Петров [и др.]. – Текст : электронный // Научный электронный архив. – URL: <http://econf.rae.ru/article/4543> (дата обращения: 07.02.2024).
4. Абаза, Е. В. Физические и деформационно-прочностные свойства модифицированных асфальтовяжущих веществ / Е. В. Абаза // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. – 2016. – Т. 2, № 1. – С. 94–98.
5. Битуев, А. В. Влияние структурирующей способности минерального порошка на физико-механические свойства асфальтобетона / А. В. Битуев, Е. В. Харитоновна // Образование и наука. Технические науки : материалы национальной научно-практической конференции ВСГУТУ, Улан-Удэ, 14–15 апреля 2020 года. – Улан-Удэ : Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2020. – С. 63–67.
6. Гридчин, А. М. Влияние поровой структуры и состояния поверхности минерального порошка из перлита на свойства асфальтовяжущего вещества / А. М. Гридчин, М. А. Высоцкая // Наукоемкие технологии и инновации : юбилейная международная научно-практическая конференция, Белгород, 9–10 октября 2014 г. Том 5 / Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – С. 32–38.

7. Бизирка, И. И. Органоминеральный порошок из осадков сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей : специальность 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ирина Ивановна Бизирка ; Луганский национальный университет им. Владимира Даля. – Макеевка, 2017. – 23 с. – Место защиты : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры.
8. Алексеенко, В. В. Использование модифицированных минеральных порошков при производстве горячего асфальтобетона / В. В. Алексеенко, Ю. В. Салтанова. – Текст : электронный // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 8–12. – URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2016/04/2016-N2-Alekseenko.pdf> (дата обращения: 13.11.2023).
9. ГОСТ Р 52129-2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстроя России от 27 июня 2003 г. № 119 ; введен впервые : дата введения 2003-10-01/ разработан Федеральным государственным унитарным предприятием Государственный дорожный научно-исследовательский институт (ФГУП «Союздорнии») и Государственным предприятием Российский дорожный научно-исследовательский институт (ГП «Росдорнии»). – Москва : Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 33 с.
10. Бреус, Р. В. Зниження об'ємів обсягів накопичених відходів водоочищення – осадів стічних вод, шляхом їх утилізації в асфальтобетон : спеціальність 21.06.01 «Екологічна безпека» : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Роман Володимирович Бреус ; Український науково-дослідний інститут екологічних проблем. – Харків : 2007. – 21 с.
11. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 12.02.90 г. № 191 : взамен ГОСТ 22245-76 : дата введения 1991-01-01 / разработан и внесен Министерством химической нефтеперерабатывающей промышленности СССР. – Москва : Издательство стандартов, 2005. – 10 с.
12. ГОСТ 11501-78. Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного Комитета СССР по стандартам от 06.09.78 г. № 2457 : дата введения 1980-01-01 : взамен ГОСТ 11501-73 / разработан и внесен Министерством нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР. – Москва : Стандартиформ, 2005. – 6 с.
13. ГОСТ 11506-73. Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18.07.73 г. № 1753 : дата введения 1974-07-01 : взамен ГОСТ 11506-65 / разработан и внесен Министерством нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР – Москва : Стандартиформ, 2008. – 6 с.
14. ГОСТ 11505-75. Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 29.12.75 г. № 4072 : взамен ГОСТ 11505-65 : – Москва : Стандартиформ, 2005. – 3 с.

И. И. Бизирка

***Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Луганский государственный университет им. Владимира Даля» в г. Луганск***

**Воздействие различных порошков на физико-механические характеристики
асфальтовяжущего вещества**

Свойства асфальтовяжущего вещества оказывают значительное влияние на качественные показатели асфальтобетонной смеси. Исследование свойств асфальтовяжущего вещества разрешает получить представление о взаимодействии битума и мелкодисперсного наполнителя, а также спрогнозировать свойства асфальтобетона на этих наполнителях. Химический и минералогический составы, характер поверхности, структурные особенности и форма зерен мелкодисперсного наполнителя влияют на характер взаимодействия. С этой целью в работе выделены и детально рассмотрены факторы, оказывающие влияние на асфальтовяжущее вещество с различными мелкодисперсными наполнителями.

Исследования асфальтовяжущего вещества были выполнены для изучения взаимодействия битума с мелкодисперсным наполнителем и прогнозирования его влияния на свойства асфальтобетонной смеси. Для испытаний свойств асфальтовяжущего с использованием различных видов мелкодисперсных наполнителей были использованы порошки с удельной поверхностью 400 м²/кг: известняковый; кварцевый минеральный порошок; органоминеральный порошок; зола от сжигания осадков сточных вод.

Согласно результатам исследований, органоминеральный порошок оказывает положительное влияние на температуру размягчения, пенетрацию и растяжимость при изучении свойств асфальтовяжущего вещества.

Показано, что асфальто вяжущие на органоминеральном порошке по качеству не уступают вяжущему на известняковом минеральном порошке, что дает возможность спрогнозировать более высокое качество асфальтобетонной смеси при использовании в качестве мелкодисперсного наполнителя органоминерального порошка. АСФАЛЬТОВЯЖУЩЕЕ ВЕЩЕСТВО, МЕЛКОДИСПЕРСНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ, ТЕМПЕРАТУРА РАЗМЯГЧЕНИЯ АСФАЛЬТОВЯЖУЩЕГО, ПЕНЕТРАЦИЯ БИТУМА, РАСТЯЖИМОСТЬ БИТУМА

I. I. Bizirka

***Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services
of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Lugansk State University named after Vladimir Dahl» in Lugansk***

Impact of Different Powders on Physical and Mechanical Characteristics of Asphalt Binder

The properties of the asphalt binder have a significant impact on the quality indicators of the asphalt concrete mixture. Studying the properties of an asphalt binder allows us to gain an understanding of the interaction between bitumen and fine filler, as well as to predict the properties of asphalt concrete based on these fillers. The chemical and mineralogical compositions, the nature of the surface, structural features and the shape of the fine filler grains affect the nature of the interaction. For this purpose, the work identifies and examines in detail the factors that influence the asphalt binder with various fine fillers.

Asphalt binder studies were carried out to study the interaction of bitumen with fine aggregate and predict its effect on the properties of the asphalt concrete mixture. To test the properties of the asphalt binder using various types of fine fillers, powders with a specific surface area of 400 m²/kg were used: limestone; quartz mineral powder; organomineral powder; ash from incineration of sewage sludge (WWW ash).

According to the research results, organomineral powder has a positive effect on softening point, penetration and extensibility when studying the properties of asphalt binders. It is shown that asphalt binders based on organomineral powder are not inferior in quality to binders based on limestone mineral powder, which makes it possible to predict a higher quality of asphalt concrete mixture when using organomineral powder as a fine filler.

ASPHALT BINDER, FINE FILLERS, ASPHALT BINDER SOFTENING TEMPERATURE, BITUMEN PENETRATION, BITUMEN EXTENSIBILITY

Сведения об авторе:

И. И. Бизирка

SPIN-код РИНЦ: 5310-0225

Телефон: +7 959 129-21-65

Эл. почта: bizirkaira@mail.ru

Статья поступила 12.02.2024

© И. И. Бизирка, 2024

*Рецензент: Т. В. Скрыпник, канд. техн. наук, доц.,
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)», г. Москва*

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.063

О. Л. Дариенко, Д. Р. Цибульняк

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

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Рассмотрена модель формирования загрязненного атмосферного воздуха вследствие применения некоторых видов военной техники. Для оценки концентраций загрязняющих веществ, образующихся над площадью горения в результате взрыва, предложена методика, основанная на теории конвективной струи. Предлагаемый подход позволяет получать значения концентраций загрязняющих веществ в условиях эмиссии в атмосферу на высоту до трех и более значений диаметров воронки взрыва (или условного диаметра тепловой поверхности), температуру и скорость горячей струи воздуха над тепловой поверхностью, расход искомого вещества. Полученные данные позволят рассчитывать эмиссию в атмосферу загрязняющих веществ в зависимости от метеорологических условий местности, определять концентрацию основных кислотообразующих веществ с учетом вероятности выпадения кислотных осадков.

Ключевые слова: военные действия, взрыв, ракета, снаряд, качество атмосферного воздуха, конвективная струя, концентрация загрязняющих веществ, модель формирования атмосферного загрязненного воздуха, индекс качества воздуха

Введение

Современный ход боевых действий характеризуется нанесением ракетных ударов по гражданской инфраструктуре в населенных пунктах, что приводит, кроме человеческих потерь и разрушения материальных объектов, к значительному загрязнению атмосферного воздуха населенных пунктов. Исследователи неоднократно подчеркивали влияние военной деятельности и военных действий на развитие глобальных экологических проблем [1–4]. Для определения количества загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу при взрыве и влияющих на изменение климата, или проходящих полное окисление и вызывающих кислотные осадки, необходимо иметь адекватный математический аппарат, основанный на применении методов математического моделирования, статистического анализа и учета законов химической кинетики. Кроме того, следует отметить, что неотъемлемой частью концепции создания современной инновационной модели мониторинговых наблюдений является тот факт, что они должны базироваться на синергии существующих математических моделей, статистических зависимостей и актуальных данных существующих систем наблюдений [5]. Данный математический аппарат может служить отдельным блоком в системе мониторинговых наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, учитывая загрязнение воздуха вследствие военных действий на территории населенных пунктов.

Исследование закономерностей распространения опасных веществ, связанных со взрывами боеприпасов, в последние годы является актуальным вопросом экологической безопасности. В существующих исследованиях важное значение уделено определению общего состава и количества загрязняющих веществ, образующихся в результате взрывов, с их последующим воздействием на окружающую среду и население. Эти вопросы частично рассмотрены в [6] на примере аварии на складе боеприпасов. Проблема формирования вторичных загрязнителей атмосферы при различных метеорологических условиях окружающей среды,

высоте столба взрыва и эмиссии антропогенных примесей в атмосферу Земли рассматривалась в основном относительно высоких незатененных источников загрязнения. Так, в [7] представлена математическая модель процессов формирования и выпадения кислотных осадков на территориях, прилегающих к зоне ТЭС, учитывающая двумерный тепло- и массоперенос, кинетику процесса конденсации, диффузию и конвекцию паров оксидов серы, которая решается численным способом методом конечных разностей.

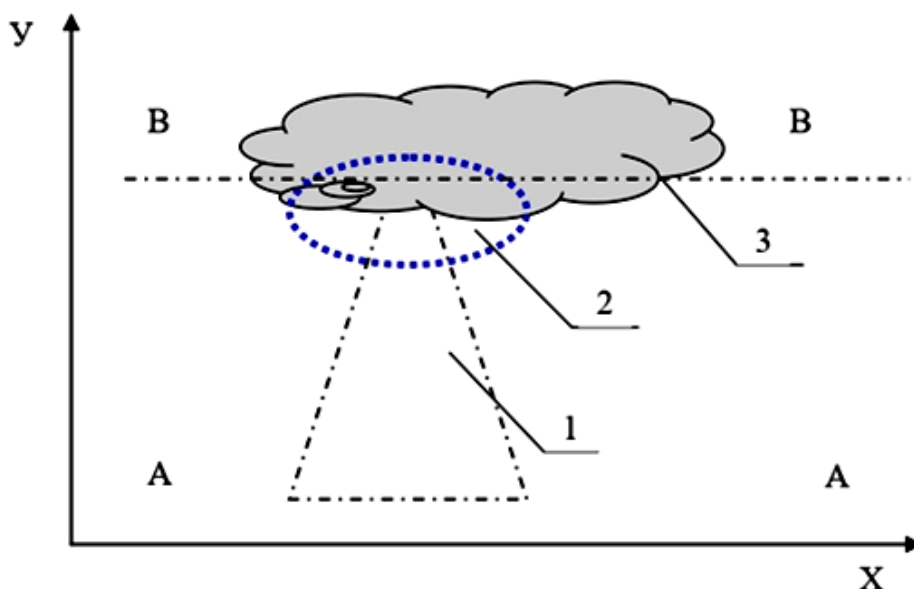
Цель работы

оценка выбросов загрязняющих веществ на основании построения модели конвективной струи, позволяющей определить формирование купола загрязнения над местом взрыва с учетом метеорологических условий на территории населенных пунктов.

Основная часть

Существующие методики оценки расстояний, на которые могут распространяться антропогенные компоненты выбросов, относятся в основном к выбросам высоких производственных труб. Методики, как правило, предусматривают определение концентраций на пути развития загрязненной струи на трех участках: зоны выброса факела загрязнения, зоны максимального загрязнения и постепенного снижения концентрации. Они основаны на реализации математической модели атмосферной диффузии и статистических моделей [8, 9]. Характер формирования теплового купола над теплой поверхностью городской среды с помощью уравнения количества движения загрязненного воздуха, его параметры и теплота источника достаточно детально описаны в [5]. Для определения параметров конвективной струи авторами использовался интегральный метод Л. Эйлера, заключающийся в равенстве изменений количества входных и выходных движений потока в обозначенный объем и суммы импульсов объемных активных и реактивных сил.

На наш взгляд, аналогичный подход правомерно применить при рассмотрении тепловой загрязненной струи воздуха при одиночном взрыве снаряда (рисунок).



- 1 – столб взрыва; 2 – направление движения взрывчатых газов;
3 – условный локальный источник выбросов при распространении в атмосфере
Рисунок – Схема постановки задачи исследования

Рассматриваемый цилиндрический объем очерчен сечением А–А со стороны теплой поверхности и сечением В–В на границе участка формирования конвективной струи. Все

векторы движения атмосферного воздуха перпендикулярны вертикальной оси системы.

Условия формирования основных путей распространения загрязнений в воздухе зависят от некоторых метеоусловий местности и их комбинаций. Основными метеорологическими факторами можно считать скорость ветра, турбулентность атмосферы в пределах планетарного приграничного слоя и вертикальное распределение температуры (адиабатическое, инверсионное и слоистое многообразное).

На основе критерия Ричардсона R_i различают стабильные $R_i > 1$, нестабильные $R_i < 1$ и нейтральные при $R_i \approx 1$ условия атмосферы.

Согласно (1), нейтральность наступает при сбалансированности факторов, обуславливающих процессы дестабилизации и стабилизации атмосферы. Векторы движения атмосферного воздуха перпендикулярны вертикальной оси системы:

$$R_i = \frac{g \cdot \left(\frac{\partial t}{\partial H} \right)}{T \cdot \left(\frac{\partial u}{\partial H} \right)^2}, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;

T – средняя температура воздуха в слое ∂H , °С;

$\partial t / \partial H$ – градиент потенциальной температуры;

$\partial u / \partial H$ – вертикальный градиент скорости ветра.

Удельная энергия взрывчатых веществ принимается 4184 Дж/г. Для ракеты типа JROF HEF, с боевой частью весом 400 кг, теплота по площади горения составляет $1,67 \cdot 10^9$ Дж или 399 139,57 ккал; зенитной ракеты средней дальности «БУК-М1», с боевой частью весом 50–70 кг, теплота по площади горения составляет $2,5 \cdot 10^8$ Дж или 59 751,43 ккал [10]. Данные о количестве выбросов некоторых кислотообразующих веществ и парниковых газов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Масса выброса отдельных веществ при взрыве ракеты типа JROF HEF и снаряда «БУК-М1»

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Средний коэффициент удельных выбросов, т/т	Масса сгоревшего вещества, М, т		Выбросы загрязняющего вещества, М _г , т	
			JROF HEF	«БУК- М1»	JROF HEF	«БУК-М1»
1.	Диоксид азота, NO _x	0,0014	0,400	0,070	0,00056	0,000098
2.	Сернистый ангидрид, SO ₂	0,000013	0,400	0,070	0,0000052	0,00000009
3.	Диоксид углерода, CO ₂	3,449	0,400	0,070	1,3796	0,24143
4.	Оксид углерода, CO	0,0063	0,400	0,070	0,00252	0,000441
5.	Твердые вещества, сажа	0,0026	0,400	0,070	0,00104	0,000182

Разницу между средней температурой воздуха на поверхности горения и в самом узком сечении поднимающейся вверх теплой конвективной струи, а также среднюю скорость подъема теплого загрязненного воздуха определяем согласно формулам конвективной теплопередачи.

Средняя температура в переходном сечении конвективной струи определяется по формуле

$$\Delta t_y^{cp} = \frac{41 \cdot Q_s^{2/3}}{(y - y_0)^{5/3}}, \quad (2)$$

где Q_s – тепловой поток в процессе теплоотдачи, MDg/m^2 ;

$(y - y_0)$ – расстояние от поверхности земли до наиболее узкого сечения конвективной вертикальной струи, м.

Среднюю по площади скорость поднимающегося вверх теплого воздуха находим по формуле

$$V_y = 0,56 \cdot \left(\frac{Q_s}{y - y_0} \right)^{0,33} \quad (3)$$

В рамках данного исследования принимаем диаметр воронки взрыва (или площади горения) в среднем равный 20 м (D), высоту конвективной струи порядка 100 м, тогда искомое сечение вертикальной конвективной струи составит примерно 60 м для ракеты типа JROF HEF и 30 м – для зенитной ракеты средней дальности «БУК-М1».

Соответственно для ракеты типа JROF HEF данные скорости составляют $V_y = 17,03$ м/с; для зенитной ракеты средней дальности «БУК-М1» – $V_y = 6,86$ м/с.

Данные о концентрациях загрязняющих веществ от взрыва в узком сечении загрязненной струи представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Концентрация загрязняющих веществ в конвективной струе взрыва от ракеты типа JROF HEF и снаряда «БУК-М1» на расстоянии 60 м и 30 м от поверхности земли в зависимости от типа снаряда

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Выбросы загрязняющего вещества, M_e , т		Расход вещества в верхней струе, $\text{м}^3/\text{с}$		Концентрация выброса C_x , $\text{мг}/\text{м}^3$		Значения ПДК загрязняющих веществ, $\text{мг}/\text{м}^3$	
		JROF HEF	«БУК-М1»	JROF HEF	«БУК-М1»	JROF HEF	«БУК-М1»	ПДК _{мр}	ПДК _{сс}
1.	Диоксид азота, NO_x	560	98	5347,42	251,985	104,72	38,8	0,2	0,04
2.	Сернистый ангидрид, SO_2	5,2	0,9	5347,42	251,985	0,972	3,57	0,5	0,005
3.	Диоксид углерода, CO_2	1379600	241430	5347,42	251,985	257990	958110	–	–
4.	Оксид углерода, CO	2520	441	5347,42	251,985	471,2	1750	5	3
5.	Твердые вещества, сажа	1040	182	5347,42	251,985	194,48	722	0,5	0,15

Для проверки правомерности данного подхода по определению загрязнения атмосферного воздуха от отдельных взрывов в результате военных действий был произведен расчет концентраций основных загрязняющих веществ и мониторинговых данных по качеству атмосферы вследствие обстрела ракетами типа JROF HEF г. Донецка 30 ноября 2023 года (таблица 3). Концентрации загрязняющих веществ получены на основе мониторинговых наблюдений, расчет индекса качества воздуха осуществлялся с помощью расчетно-аналитического метода.

Погрешность сопоставления данных результатов расчета с мониторинговой системой атмосферного воздуха зависит от расстояния до ближайших действующих пунктов наблюдений. В таблице 3 указано два пункта наблюдений, на которых зафиксированы данные наибольшего превышения выбросов отдельных веществ, средние данные указанных веществ, а также расчетные данные на расстоянии 2 км от условного места взрыва.

Таблица 3 – Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе некоторых урбанизированных территорий Донбасса в результате взрыва от ракеты типа JROF HEF (расчетные данные)

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Концентрация выброса C_x , мг/м ³	Данные наблюдений, пост 1, мкг/м ³	Данные наблюдений, пост 2, мкг/м ³	Средние значения всех постов наблюдений, мкг/м ³	Концентрация C_x в 2 км от условного падения ракеты, мкг/м ³
1.	Диоксид азота, NO _x	104,72	55,2	41,4	47,1	65,0
2.	Сернистый ангидрид, SO ₂	0,972	1,3	1,6	2,1	0,55
3.	Оксид углерода, CO	471,2	581	466,6	710,7	292
4.	Твердые вещества, сажа	194,48	186,9	121,5	73,2	120,7
5.	Индекс качества воздуха	185	184	149	103	182

Следует отметить, что предложенный подход к оценке, а также к прогнозированию концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период ведения военных действий можно использовать при определенных условиях атмосферы, определяющих эмиссию загрязнений и превращений химических веществ в воздухе.

На основе данного подхода к определению концентраций загрязняющих веществ в верхней части конвективной загрязненной теплой струи от взрыва можно решать также ряд задач, в том числе и связанных с влиянием военных действий на развитие глобальных экологических процессов, а именно:

- определять концентрацию кислотообразующих веществ в вертикальной конвективной струе над поверхностью взрыва и долю их превращения в кислоты при определенных метеоусловиях (при решении задачи образования кислотных осадков от конкретного взрыва ракеты или снаряда);
- определять концентрации парниковых газов в загрязненной теплой струе воздуха и рассчитывать общий выброс парниковых газов от серии одиночных взрывов в пределах исследуемой территории;
- рассчитывать эмиссию загрязнений опасных веществ от конвективной струи по аналогии с высоким незатененным источником по известным методикам;
- использовать как подсистему при реализации интегрированной сети экологического мониторинга окружающей среды в результате боевых действий;
- осуществлять расчеты эколого-экономического ущерба от ведения боевых действий и т. д.

Выводы

Таким образом, оценку и прогнозирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух урбанизированных территорий при взрывах отдельных снарядов и ракет различного типа в результате военных действий можно осуществить на основании математической модели горячей конвективной струи от поверхности взрыва с последующим применением теории рассеяния и кинетических преобразований. Данный подход позволяет определить формирование купола загрязнения над местом взрыва в зависимости от метеоусловий местности, а также оценить влияние эмиссии загрязняющих веществ на окружающую среду и организм человека.

Список литературы

1. Димова, С. П. Обеспечение экологической безопасности в вооруженных силах РФ / С. П. Димова, А. Я. Олейникова // *Инновации. Наука. Образование*. – 2022. – № 50. – С. 1206–1210.
2. Деревянченко, А. А. Война и экология: некоторые современные аспекты / А. А. Деревянченко // *Вестник МНЭПУ*. – 2019. – № S1. – С. 120–122.
3. Война и экология. Конфликт между природой и человеком в период военных столкновений / С. Р. Гаджиева, Т. И. Алиева, З. Т. Велиева [и др.] // *Проблемы современной науки и образования*. – 2016. – № 1(43). – С. 264–266.
4. Дариенко, О. Л. Эскалация экологического кризиса в Донбассе на современном этапе // О. Л. Дариенко, М. В. Турбаба, Ю. В. Стрюкова // *Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике*. – 2016. – Т. 2, № 1. – С. 34–38.
5. Дариенко, О. Л. Разработка методики детерминированной оценки риска воздействия военной деятельности на здоровье человека и окружающую среду / О. Л. Дариенко, В. В. Лихачева, Д. Р. Цибульняк // *Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute*. – 2023. – № 2(45). – С. 30–37.
6. Орел, С. М. Вероятностная оценка риска для населения, употребляющих питьевую воду после аварии на складе боеприпасов с помощью двухмерного метода Монте-Карло / С. М. Орел, М. С. Малеваный // *Екологічна безпека*. – 2013. – № 1(15). – С. 54–58.
7. Гвоздяков, Д. В. Численная оценка формирования условий атмосферного образования серной кислоты в районе расположения тепловой электрической станции / Д. В. Гвоздяков, В. Е. Губин, Г. В. Кузнецов // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия: Наука и образование*. – 2012. – № 2-2(147). – С. 195–200.
8. Формальдегидное загрязнение городской атмосферы и его зависимость от метеорологических факторов / Т. С. Селегей, Н. Н. Филоненко, В. А. Шлычков [и др.] // *Оптика атмосферы и океана*. – 2013. – Т. 26, № 5. – С. 422–426.
9. Aloyan, A. E. Mathematical Modelling of the Interaction of Gas Species and Aerosols in Atmospheric Dispersive Systems / A. E. Aloyan // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*. – 2000. – Vol. 15, № 3-4. – P. 211–224.
10. Киселев, А. В. Анализ боевого потенциала сторон в конфликте средств огневого поражения противника и средств войсковой противовоздушной обороны / А. В. Киселев, С. И. Макаренко // *Системы управления, связи и безопасности*. – 2022. – № 1. – С. 8–48.

О. Л. Дариенко, Д. Р. Цибульняк

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Оценка загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий в результате
применения отдельных видов военной техники**

Военные действия на урбанизированных территориях приводят к ухудшению качества атмосферного воздуха и состояния здоровья населения. Оценка такого воздействия актуализирует применение адекватного математического аппарата в системе мониторинговых наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, учитывая загрязнение воздуха вследствие военных действий на городской территории. С этой целью предложена модель формирования атмосферного загрязненного воздуха от взрывов некоторых видов ракет в результате военных действий, основанная на теории конвективной струи при оценке концентраций опасных веществ, образующихся над площадью горения в результате взрыва. Предложенная методика позволяет оценить концентрации загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, на высоту до трех и более значений диаметров воронки взрыва, температуру и скорость горячей струи воздуха над теплой поверхностью, расход искомого вещества.

С целью проверки правомерности предложенного подхода проведена оценка загрязнения атмосферного воздуха вследствие нанесения ударов ракетами производства Словакии типа JROF HEF по г. Донецку. Рассчитаны выбросы загрязняющих веществ и их концентрации в воздухе в верхней части конвективной загрязненной струи при отдельных взрывах ракеты типа JROF HEF. Погрешность сопоставления данных результатов расчета с мониторинговой системой атмосферного воздуха зависит от расстояния до ближайших действующих пунктов наблюдений. Данный подход к оценке и прогнозированию концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе может использоваться при нейтральных условиях атмосферы, определяющих эмиссию загрязнений и превращений химических веществ в воздухе.

ВОЕННЫЕ ДЕЙСТВИЯ, ВЗРЫВ, РАКЕТА, СНАРЯД, КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, КОНВЕКТИВНАЯ СТРУЯ, КОНЦЕНТРАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕННОГО ВОЗДУХА, ИНДЕКС КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

O. L. Darienko, D. R. Tsybulniak
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Air Pollution Assessment in Urban Areas as a Result of the Use of Certain Types
of Military Equipment

Military actions in urban areas lead to the deterioration in the quality of the atmospheric air and the health of the population. Assessing such an impact actualizes the use of an adequate mathematical apparatus in the system of monitoring observations of the atmospheric air state, taking into account air pollution due to military actions in urban areas. For this purpose, a model is proposed for the formation of the atmospheric polluted air from explosions of certain types of missiles as a result of military actions, based on the theory of the convective jet when assessing the concentrations of hazardous substances formed above the combustion area as a result of an explosion. The proposed method makes it possible to estimate the concentrations of pollutants entering the atmosphere at a height of up to three or more explosion crater diameters, the temperature and speed of a hot air stream over a warm surface, and the consumption of the desired substance.

In order to verify the validity of the proposed approach, an assessment of atmospheric air pollution due to attacks by Slovakian-made JROF HEF missiles on the city of Donetsk is carried out. The emissions of pollutants and their concentrations in the air in the upper part of the convective contaminated jet during separate explosions of a JROF HEF rocket are calculated. The error in comparing these calculation results with the atmospheric air monitoring system depends on the distance to the nearest existing observation points. This approach to assessing and predicting the concentrations of pollutants in the atmospheric air can be used under neutral atmospheric conditions that determine the emission of pollutants and transformations of chemicals in the air.

MILITARY ACTIONS, EXPLOSION, ROCKET, PROJECTILE, ATMOSPHERIC AIR QUALITY, CONVECTION JET, CONCENTRATION OF POLLUTANTS, ATMOSPHERIC POLLUTED AIR MODEL FORMATION, AIR QUALITY INDEX

Сведения об авторах:

О. Л. Дариенко

SPIN-код РИНЦ: 4259-2959

Телефон: +7 949 330-85-05

Эл. почта: osnovi.ekologiyi@gmail.com

Д. Р. Цибульняк

Телефон: +7 949 369-78-32

Эл. почта: andrei59289123@gmail.com

Статья поступила 04.12.2023

© О. Л. Дариенко, Д. Р. Цибульняк, 2024

*Рецензент: М. В. Коновальчик, канд. техн. наук,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

Е. И. Харлова

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

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников, создание безопасных и благоприятных условий труда в любой отрасли промышленности является одним из основных направлений деятельности предприятия. Недостаточно высокие темпы снижения возникновения аварийных ситуаций, профессиональных заболеваний и производственного травматизма в металлургической отрасли указывают на актуальность исследования основных причин возникновения опасных ситуаций, оценку и управление профессиональными рисками.

Ключевые слова: металлургическая отрасль, аварийная ситуация, производственный травматизм, профессиональные заболевания, несчастный случай

Введение

Металлургическая промышленность играет одну из основных ролей в развитии нашей страны и Донецкой Народной Республики в частности. Металлургический комплекс – совокупность связанных между собой отраслей и стадий производственного процесса, от добычи сырья до выпуска готовой продукции – черных и цветных металлов и их сплавов. Подразделяется на черную и цветную металлургию, которые в свою очередь являются высококонцентрированными отраслями, включающими в себя целый ряд различных производств.

Российская Федерация является одной из лидирующих стран в мире по показателям производства сырой стали, а также использования готовой стальной продукции в 2022 году (рисунок 1) по данным Всемирной ассоциации производителей стали [1].

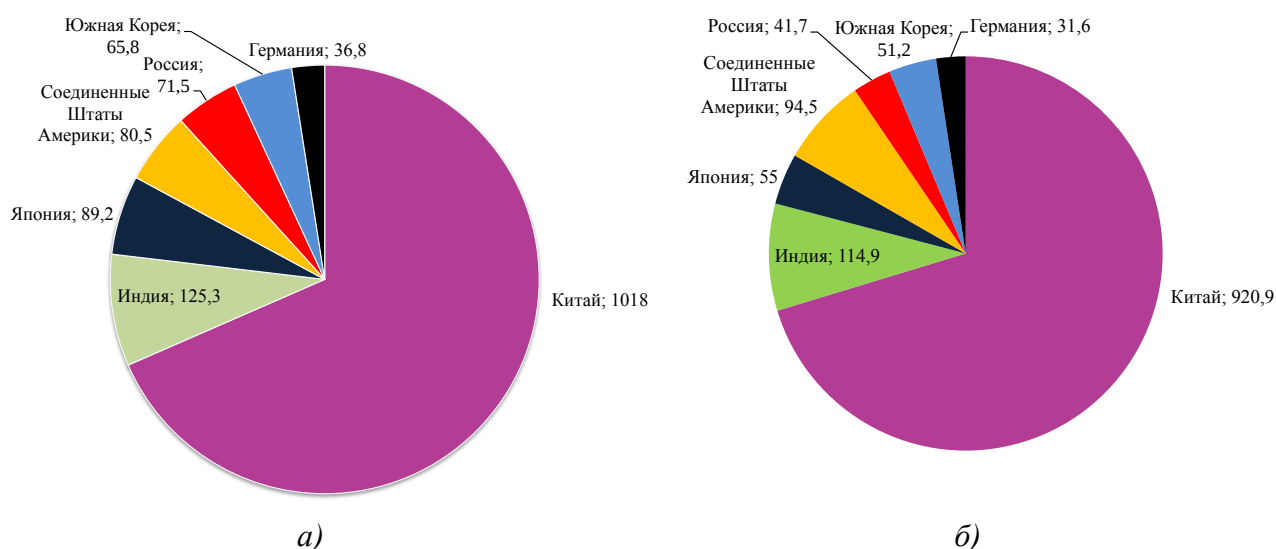


Рисунок 1 – Мировой рынок стали: а) основные страны-производители стали; б) основные потребители готовой стальной продукции в 2022 году

Однако производственные процессы в отрасли могут быть источником возникновения целого ряда опасных ситуаций, рисков, результатом которых могут стать аварии, травматизм, профессиональные заболевания. В течение последних нескольких лет можно наблюдать повышение количества аварийных ситуаций, возникающих из-за значительного износа про-

изводственных мощностей (более 60 %), неудовлетворительного контроля за техническим состоянием оборудования, нарушения ведения технологического процесса. На основе анализа годовых отчетов ведущих предприятий страны на рисунке 2 представлены основные причины травматизма [2–4].



Рисунок 2 – Основные причины травматизма на металлургических предприятиях

Отдельно следует обратить внимание на аспекты травматизма, связанные с личностью, известные как «человеческий фактор». Этот фактор представляет собой особый вид организационного риска, где работники допускают нарушения (ошибки) в процессе работы. Возникновение нарушений может быть связано со стажем работы, возрастом работника, недостаточным обучением, отсутствием профессионального отбора и другими факторами.

Анализ публикаций

Проблемными вопросами охраны труда, анализом травматизма в металлургической отрасли занимались следующие ученые: Р. А. Сайфутдинов, А. А. Козлов, В. В. Негреева, В. Л. Василенок, О. А. Кагиян и др. [5, 6]. Повышенное внимание к вопросам безопасности труда объясняется высоким риском травматизма, связанным со значительными трудовыми потерями и экономическими издержками.

Целью исследования является анализ основных показателей травматизма и профессиональных заболеваний на предприятиях металлургической отрасли для прогнозирования возможного развития событий при обеспечении безопасности труда.

Изложение основного материала исследований

Основными показателями обеспечения безопасности работающих являются показатели травматизма, профессиональных заболеваний и смертности. Для анализа этих показателей необходимо выделение, сравнение и оценка ряда параметров работы предприятия в области охраны труда и безопасности.

На основе данных Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по анализу аварийности и травматизма в поднадзорных организациях за период с 2018 года по 2022 год были выделены основные показатели, характеризующие обеспечение безопасности работающих в металлургической отрасли [4]. По результатам проверок поднадзорных опасных производственных объектов выявлены типовые нарушения обязательных требований промышленной безопасности:

- нарушения режима ведения технологического процесса;

- неудовлетворительный контроль за техническим состоянием оборудования;
- неудовлетворительная организация и проведение работ.

Данные по количеству проверок и выявленных правонарушений представлены в таблице.

Таблица – Проведение проверок Ростехнадзором объектов металлургической промышленности

Наименование	Год				
	2018	2019	2020	2021	2022
Количество проверок	827	1282	528	892	481
Количество выявленных правонарушений	3840	6001	2416	7198	3046
Общая сумма штрафов, руб.	42353000	51222000	39555000	50174000	38379000

Единой общепринятой классификации факторов производственного травматизма в настоящее время не существует, однако формальное разделение причин возникновения несчастных случаев позволяет более корректно оценить сложившуюся ситуацию, принять необходимые меры по ее исправлению и выявить способы снижения травмоопасных и аварийных ситуаций. В то же время, используемые способы снижения производственного травматизма и чрезвычайных ситуаций должны воздействовать не только на отдельно взятую группу факторов или причину, но и на все аспекты обеспечения безопасности сотрудников одновременно, с целью достижения эффекта синергии.

Статистика такова, что основная часть всех несчастных случаев происходят по организационным причинам. Неудовлетворительная организация работ, недостаточная профилактическая работа по охране труда, порой отсутствие средств защиты и спецодежды, недостаточный уровень подготовки, использование рабочих не по профессии, нарушение трудовой дисциплины, инструкций, правил охраны труда, утеря чувства «самосохранения» и другие причины подобного рода являются причинами несчастных случаев на производстве.

Для представления общей картины, происходящей на предприятиях указанной отрасли были проанализированы показатели численности травмированных работников в результате аварий, несчастных случаев и травматизма (включая групповые). В результате были получены наглядные графические данные, позволяющие оценить общую ситуацию в отрасли (рисунок 3).

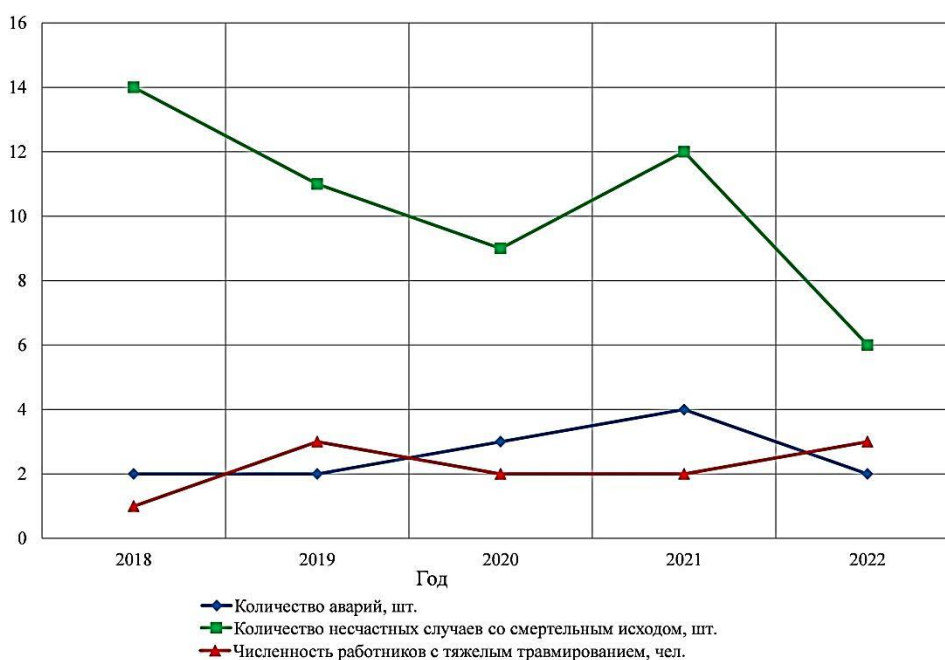


Рисунок 3 – Сравнительный анализ показателей численности работников с тяжелым травмированием, количества несчастных случаев со смертельным исходом и количества аварий

Далее были проанализированы данные Федеральной службы государственной статистики, показывающие количество пострадавших с утратой трудоспособности на один рабочий день и более, а также пострадавших со смертельным исходом человек, что показано на рисунке 4.

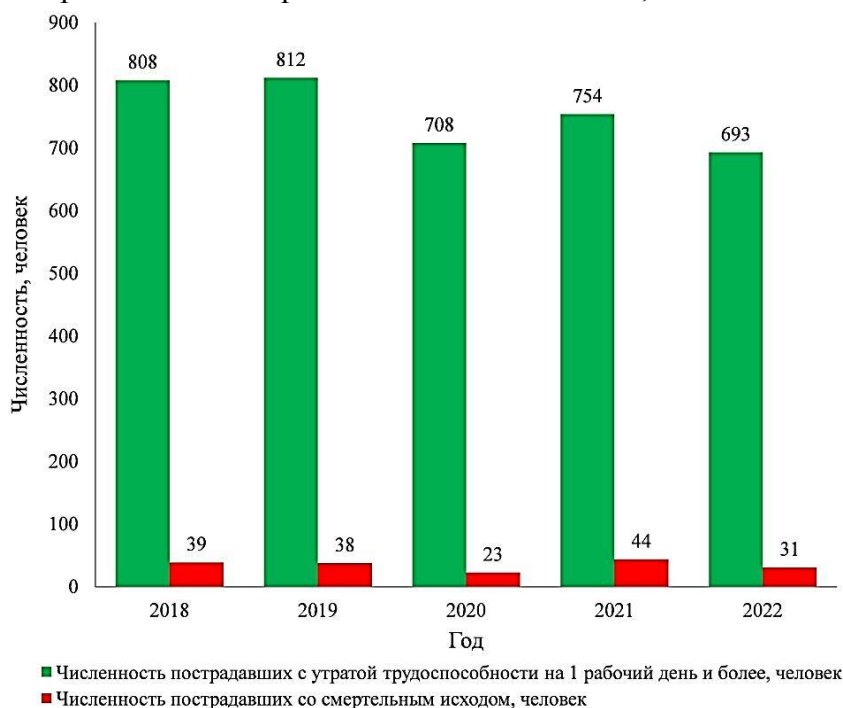


Рисунок 4 – Численность пострадавших с утратой трудоспособности и со смертельным исходом

Как следует из рисунков 3 и 4 количество аварий, а также численность пострадавших сохраняется, практически на одном уровне, за рассмотренный период времени. Однако в 2021 году существенно возросли показатели численности пострадавших со смертельным исходом, а также численность пострадавших, частично утративших трудоспособность. Можно предположить, что это объясняется изменением режима работы предприятий в связи со сложной санитарно-эпидемиологической ситуацией (мероприятия, продиктованные COVID-19).

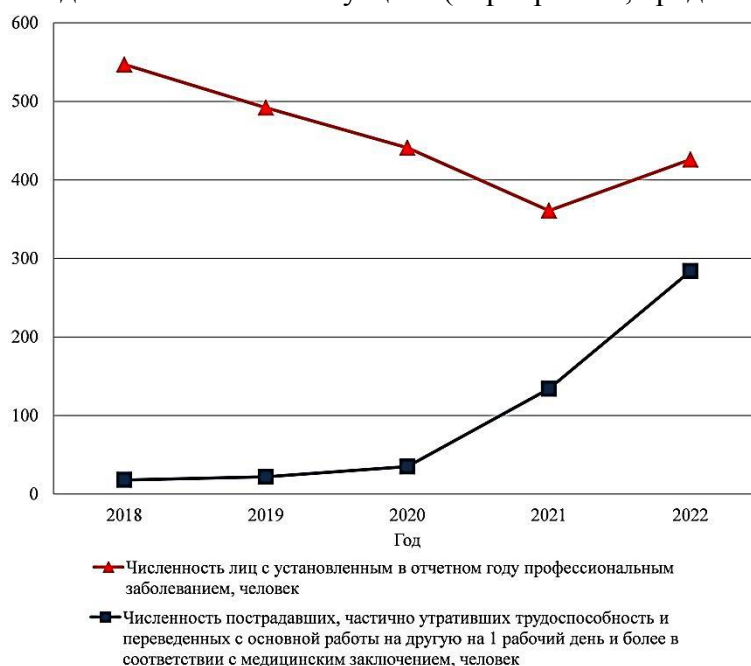


Рисунок 5 – Численность лиц с установленным профессиональным заболеванием.
Численность пострадавших частично утративших трудоспособность, в соответствии с медицинским заключением

Количество выявленных новых случаев профессиональных заболеваний, показанных на рисунке 5, происходит волнообразно, что возможно связано с некачественным проведением периодических медицинских осмотров.

Эффективное сокращение производственного травматизма на предприятии будет способствовать улучшению социальной ситуации, а также оказывать значительное воздействие на экономику самого предприятия и отрасли в целом. В России действуют различные экономические стимулы для предприятий, которые поощряют создание безопасных условий труда. Например, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве побуждает работодателей обеспечивать безопасность своих сотрудников. В случае производственного травматизма работник получает компенсацию от страховой компании, а работодатель может столкнуться со штрафами и другими санкциями.

Одним из основных направлений государственной политики в области охраны труда является проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасных технологий, производство средств индивидуальной и коллективной защиты работников [7].

Выводы

Одним из важнейших условий снижения производственного травматизма является систематический анализ и выявление причин его возникновения. Определение причин несчастных случаев является важным элементом анализа, так как это помогает выявить основные причины происшествий и определить основные направления работы по снижению травматизма на предприятии. Исследование и анализ профессиональных заболеваний способствуют разработке профилактических мер, направленных на устранение опасных и вредных условий труда на производстве. Предприятия постоянно разрабатывают планы и концепции для улучшения ситуации через внедрение технических и организационных мер по обеспечению безопасности, однако этих действий по-прежнему недостаточно для значительного снижения уровня травматизма и возникновения профессиональных заболеваний. Анализ состояния травматизма, профессиональных заболеваний и смертности позволит в дальнейшем осуществлять корреляционный анализ сопоставления причинно-следственных связей несчастных случаев, что будет отражено в последующих исследованиях.

Список литературы

1. World Steel in Figures 2023. – Брюссель. – Текст : электронный // Worldsteel Association : [сайт]. – URL: <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures-2023/> (дата обращения: 18.02.2024).
2. Доклад о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 2019 год : утвержден приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 апреля 2020 года № 176. – Текст : электронный // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору : [сайт]. – URL: <https://kurl.ru/iNPTD> (дата обращения: 18.02.2024).
3. Условия труда. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. – URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения: 19.02.2024).
4. Типовые нарушения на металлургических и коксохимических объектах. – Текст : электронный // Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда. – 2022. – № 7(184). – URL: <https://www.prominf.ru/article/tipovye-narusheniya-na-metallurgicheskikh-i-koksohimicheskikh-obektah>.
5. Сайфутдинов, Р. А. Анализ производственного травматизма при оценке профессиональных рисков / Р. А. Сайфутдинов, А. А. Козлов. – Текст : электронный // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2020. – № 1(89). – С. 60–69. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-proizvodstvennogo-travmatizma-pri-otsenke-professionalnyh-riskov/viewer> (дата обращения: 19.02.2024).
6. Негреева, В. В. Исследование проблем охраны труда и их влияние на промышленную безопасность предприятий черной металлургии / В. В. Негреева, В. Л. Василенок, О. А. Кагиян. – Текст : электронный // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2019. – № 4. – С. 41–50. – URL: <https://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/19289.pdf>.

7. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации : [принят Государственной Думой 21 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года]. – Текст : электронный // Гарант.ру : [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/12125268/> (дата обращения: 19.02.2024).

Е. И. Харлова
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Анализ состояния травматизма и профессиональных заболеваний
на предприятиях металлургической отрасли

Металлургическая отрасль является ключевым сектором промышленности в развитых индустриальных странах и в Российской Федерации. Она обеспечивает основу для развития других отраслей промышленности. Производство черных и цветных металлов состоит из множества сложных технологических процессов, которые несут в себе различные опасности для работников и для общей промышленной безопасности.

В статье проведен анализ таких параметров работы предприятия как травматизм, с выделением основных причин, аварийность, профессиональные заболевания и смертность.

Эффективное сокращение производственного травматизма и возникновения профессиональных заболеваний на предприятиях металлургической отрасли окажет положительное влияние не только на социальную ситуацию, но также на экономику самого предприятия. Для обеспечения соблюдения принципов охраны труда металлургическим компаниям необходимо уделять большее внимание увеличению мотивации персонала промышленных предприятий. Системный и комплексный подход к вопросам охраны труда должен быть непрерывным как со стороны высшего руководства, так и каждого рядового сотрудника. Вместе с этим следует отметить, что реализацию определенных мероприятий по охране труда доступнее было бы осуществить при поддержке государства.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ, АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, НЕСЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ

E. I. Kharlova
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Analysis of the Injuries and Occupational Diseases at Metallurgical Enterprises

The metallurgical industry is a key industrial sector in developed industrial countries and in the Russian Federation. It provides the basis for the development of other industries. The production of ferrous and non-ferrous metals consists of many complex technological processes that pose various dangers for workers and for general industrial safety.

The article analyzes such parameters of the enterprise as injuries, highlighting the main causes, accident rates, occupational diseases and mortality.

Effective reduction of industrial injuries and occupational diseases at metallurgical enterprises will have a positive impact not only on the social situation, but also on the economy of the enterprise itself. To ensure compliance with labour safety principles, metallurgical companies need to pay greater attention to increasing the motivation of personnel at industrial enterprises. A systematic and comprehensive approach to occupational safety issues must be continuous both on the part of senior management and every ordinary employee. At the same time, it should be noted that the implementation of certain labour protection measures would be more accessible with the support of the state.

METALLURGICAL INDUSTRY, EMERGENCY, OCCUPATIONAL INJURIES, OCCUPATIONAL DISEASES, ACCIDENT

Сведения об авторе:

Е. И. Харлова

Телефон: +7 949 315-48-06

Эл. почта: katerina_harlova@mail.ru

Статья поступила 18.03.2024

© Е. И. Харлова, 2024

Рецензент: В. В. Лихачева, канд. техн. наук, доц.,
 Автомобильно-дорожный институт
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 656.13.072.6

С. А. Легкий, канд. экон. наук

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

ОБОСНОВАНИЕ ФАКТОРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ

На основе уточнения сущности понятия «привлекательность автобусного маршрута», анализа существующих процессов организации, планирования и управления пассажирскими автобусными перевозками, с использованием системного подхода обоснованы факторы и показатели привлекательности автобусных маршрутов. Предлагается к факторам привлекательности автобусных маршрутов относить их потребительские свойства маршрутов, качество перевозки пассажиров и тариф за перевозку пассажиров.

Ключевые слова: маршрут автобусный, привлекательность маршрута, фактор привлекательности маршрута, показатели привлекательности маршрута, анализ, обоснование

Постановка проблемы

Современный рынок услуг по перевозке пассажиров автобусным транспортом можно охарактеризовать как рынок с высокой степенью конкурентной борьбы, высокой динамикой изменения условий, высокой степенью неопределенности. Изменение требований пассажиров к транспортным услугам, несовершенство государственной политики в сфере организации перевозок пассажиров автомобильным транспортом и их тарифообразования, наличие большого количества конкурентов приводят к большим трудностям при принятии решений относительно разработки новых и усовершенствования существующих автобусных маршрутов. Решить данную проблему можно только за счет предложения пассажирам более привлекательных автобусных маршрутов, максимально отвечающих их требованиям. Поэтому проблема обоснования факторов и показателей привлекательности автобусных маршрутов является очень актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций

Понятие привлекательности различных объектов, товаров, услуг появилось в науке относительно недавно. В большинстве случаев считалось, что привлекательность относится к человеку, его внешности, характеру и т. д. Поэтому в сфере планирования, организации и управления пассажирскими автобусными перевозками понятие «привлекательность», и в частности «привлекательность автобусного маршрута», отсутствует. Поэтому предлагается установить сущность этого понятия на основе системного подхода и теоретических обобщений.

Наибольшее распространение понятие привлекательности получило в сфере экономики, маркетинга и менеджмента при рассмотрении вопросов инвестиций и инвестиционной деятельности предприятий и организаций (таблица).

Анализ дефиниций понятия «инвестиционная привлекательность предприятия», представленных в таблице, позволил выделить два основных подхода к определению ее сущности:

1) представление инвестиционной привлекательности предприятия как комплекса или совокупности показателей (экономических, психологических и т. д.), факторов (внешних, внутренних) и их интегральной оценки [1–3];

2) представление инвестиционной привлекательности предприятия как интегральной оценки (характеристики) его преимуществ и недостатков (внутренних и внешних возможностей) [4–6].

Таблица – Определение понятия «инвестиционная привлекательность предприятия»

Автор	Определение понятия «инвестиционная привлекательность предприятия»
С. В. Кунев, Л. В. Кунева [1]	Комплекс экономико-психологических показателей (финансовое состояние, уровень корпоративного управления, прозрачность деятельности предприятий, защита интересов акционеров, ведение бухгалтерского учета по МСФО и др.) его инвестиционной подсистемы, определяющих для инвестора область предпочтительных значений инвестиционного поведения
С. В. Рылеев [2]	Многоуровневая интегральная характеристика совокупности экономико-психологических аспектов оценки предприятия, построенная при тесном взаимодействии с потенциальными инвесторами, которая отвечает их требованиям и обеспечивает положительный эффект от вложений
Е. А. Якименко [3]	Интегральная характеристика отдельных предприятий как объектов предстоящего инвестирования с учетом совокупности факторов внешнего и внутреннего воздействия, перспективности, выгоды, эффективности и приемлемого уровня риска вложения инвестиций в его развитие за счет собственных средств и средств других инвесторов
С. А. Панков [4]	Совокупность стратегических преимуществ, при выборе этого предприятия в качестве потенциального объекта долгосрочных вложений в активы; оценка, рождающаяся из сопоставления преимуществ (достоинств) и рисков (недостатков) предприятия в текущем и стратегическом периоде
С. А. Гуткевич [5]	Интегральная оценка преимуществ и недостатков объектов инвестирования, которая определяет возможность и целесообразность принятия решения инвестором относительно инвестирования в определенный экономический объект
О. Л. Горячая [6]	Справедливая количественная и качественная интегральная характеристика внутренних и внешних возможностей объекта потенциального инвестирования привлекать и использовать инвестиционные ресурсы для своего развития и обеспечивать максимизацию экономического эффекта субъектам инвестирования при минимальном инвестиционном риске

Вопросы привлекательности товаров рассматривались в [7–9], однако конкретных определений сущности этого понятия авторы не приводят.

Так, С. Г. Демченко [7] считает, что привлекательность товара характеризуется совокупностью отдельных его характеристик (цена, качество, удобство, долговечность, дизайн, мода, цвет и т. д.).

В [8] И. К. Беляевский также считает, что привлекательность товара определяется совокупностью качественных его характеристик, таких как внешний вид, совокупность потребительских свойств, экономичность и т. п.

Авторы В. Ю. Котов, М. В. Котова [9] утверждают, что в понятие привлекательности товара входит практически все, начиная с его упаковки и кончая индивидуальным подбором нужных для клиента (потенциального клиента) характеристик относительно этого товара или группы товаров (потребительские характеристики товара; сроки поставки товара; сервисное обслуживание клиентов; техническое обслуживание клиентов; дополнительные характеристики реализуемого товара; внешний вид товара; вкусовые, технические, эксплуатационные и другие свойства и параметры товара; упаковка товара; рекомендации для клиентов относительно продаваемого товара (услуг); презентация продаваемого товара).

Анализ приведенных выше факторов, определяющих привлекательность товара, позволил сделать вывод, что ученые под привлекательностью товара понимают совокупность его свойств и качественных характеристик.

В энциклопедическом справочнике продовольственной безопасности [10] потребительская привлекательность товаров определяется как максимальная сумма положительных и минимальное количество отрицательных свойств товаров, определяющих вместе их качество,

потребительскую полезность, выгодность и безопасность, что подтверждает правильность суждений этих авторов.

Чтобы окончательно устранить недопонимания относительно определения сущности понятия привлекательности товаров, услуг, предприятий и других объектов, обратимся к энциклопедическому трактованию этого понятия.

Согласно новому словарю русского языка [11] привлекательность, как производная от прилагательного «привлекательный», – это привлекающий к себе какими-либо качествами, свойствами.

Поэтому под привлекательностью мы будем понимать совокупность свойств, показателей, качественных и других характеристик объектов, посредством которых они вызывают интерес к себе у различных субъектов (привлекают к себе различных субъектов).

Соответственно, под привлекательностью автобусного маршрута мы будем понимать совокупность свойств, показателей, качественных и других характеристик автобусного маршрута, посредством которых он вызывает интерес к себе у различных субъектов.

Цель исследования – обоснование факторов и показателей привлекательности автобусных маршрутов.

Изложение основного материала исследования

Привлекательность автобусного маршрута представляет собой совокупность его свойств, показателей, качественных и других характеристик. К свойствам и показателям городских автобусных маршрутов относят его технико-эксплуатационные показатели (потребительские свойства), установленные при организации перевозок пассажиров на нем. Поэтому далее установим перечень технико-эксплуатационных показателей городского автобусного маршрута, которые относятся к первому фактору его привлекательности – потребительским свойствам.

Анализ последних исследований и публикаций по планированию, организации и управлению пассажирскими перевозками [12–14] позволил сделать вывод, что ученые не уделяют достаточно внимания определению технико-эксплуатационных показателей автобусных маршрутов, необходимых для организации перевозок пассажиров на них. В своих работах они четко не выделяют технико-эксплуатационные показатели автобусных маршрутов, раскрывая лишь содержание отдельных этапов процесса организации перевозок пассажиров на маршрутах, и показатели, которые являются результатами или необходимы для осуществления отдельных этапов.

Только в работах авторов [12, 13] приводится перечень технико-эксплуатационных показателей автобусных маршрутов, необходимых для организации перевозок пассажиров на них, однако состав этих показателей различен.

Так, В. С. Марунич в своей работе [12] приводит перечень технико-эксплуатационных показателей маршрута и маршрутной системы: *объемные показатели маршрута* (количество дней работы на маршруте за год, количество маршрутов, количество рейсов, суммарное количество остановок на транспортной сети, количество остановок на маршруте, суммарная длина транспортной сети, длина маршрута, средняя длина маршрута); *эксплуатационные показатели маршрута* (время рейса и время обратного рейса, маршрутный коэффициент, коэффициент непрямолинейности маршрута, средняя длина перегона маршрута, средняя длина перегона группы маршрутов, средняя эксплуатационная скорость по группе маршрутов, средняя скорость соединения по группе маршрутов, техническая скорость, скорость сообщения; эксплуатационная скорость); *показатели качества транспортного обслуживания* (плотность транспортной сети, средний коэффициент непрямолинейности транспортной сети, коэффициент пересадочности, регулярность движения, интервал движения, средний интервал движения на маршрутах и на отдельном участке маршрутной системы).

Из перечня этих показателей необходимо исключить те, которые относятся к технико-эксплуатационным показателям маршрутной системы. В результате получим следующий перечень технико-эксплуатационных показателей автобусных маршрутов, необходимых для организации перевозок пассажиров на них: количество дней работы на маршруте за год; количество рейсов; количество остановок на маршруте; длина маршрута; время рейса и время обратного рейса; техническая скорость, скорость сообщения, эксплуатационная скорость; интервал движения.

Автор [13] в своей работе приводит следующий перечень технико-эксплуатационных показателей разработки автобусных маршрутов: число дней работы маршрута в году; время начала и окончания работы маршрута; длина маршрута; число остановочных пунктов; время рейса и время обратного рейса; техническая скорость, скорость сообщения, эксплуатационная скорость; интервал движения; число рейсов, вместимость и количество автобусов на маршруте; время отправления автобуса с начальной остановки, время прибытия и отправления с промежуточных остановок, время прибытия на конечную остановку; продолжительность рабочего времени водителей, время перерыва для отдыха и питания водителей.

Предлагаемый этим автором перечень технико-эксплуатационных показателей разработки автобусных маршрутов является наиболее полным, однако он содержит такие показатели, как время отправления автобуса с начальной остановки, время прибытия и отправления с промежуточных остановок, время прибытия на конечную остановку, продолжительность рабочего времени водителей, время перерыва для отдыха и питания водителей, которые являются результатом составления маршрутных расписаний. Маршрутные расписания движения автобусов представляют собой основной документ для отдела эксплуатации, на основании которого строят работу всех звеньев эксплуатационной и технической служб, и который находится на автотранспортном предприятии. Поэтому включение указанных показателей в перечень технико-эксплуатационных показателей автобусных маршрутов является неверным, что является недостатком.

Кроме этого, в [14] к исходным данным для составления расписания движения автобусов относят такой показатель маршрутов, как расстояние между остановочными пунктами, который также необходимо включить в перечень технико-эксплуатационных показателей автобусных маршрутов.

Проведенный анализ литературных источников по планированию, организации и управлению пассажирскими перевозками позволил выделить следующие технико-эксплуатационные показатели автобусных маршрутов: количество дней работы на маршруте за год; время начала и окончания работы маршрута; количество рейсов; количество остановок на маршруте; длина маршрута; время рейса и время обратного рейса; расстояния между остановками; техническая скорость, скорость сообщения, эксплуатационная скорость; интервал движения; вместимость и количество автобусов на маршруте.

Далее исследуем второй фактор привлекательности автобусного маршрута – качество перевозки пассажиров и установим перечень его показателей.

Анализ последних исследований и публикаций по планированию, организации и управлению пассажирскими перевозками [15–21] показал, что на сегодняшний день ученые не имеют единой точки зрения относительно перечня показателей качества перевозки пассажиров.

Авторы [15–17] к основным показателям качества перевозок пассажиров относят: комфортность поездки (наполнение автобусов и регулярность движения их на маршрутах); время, затрачиваемое пассажирами на передвижение; безопасность перевозок. Недостатком такого подхода является то, что представленный перечень показателей является неполным и не позволяет в полной мере оценить качество перевозок пассажиров.

В своей работе О. Н. Криворучко [18] приводит перечень показателей качества пассажирских автотранспортных услуг, который она делит на следующие группы: качество предложения услуг (представление об услуге, состояние подаваемых транспортных средств, характеристики

персонала, информативность, социальная приемлемость), качество потребления услуг (регулярность, гарантированность, безопасность поездки, наполняемость автобусов, комфортабельность) и удовлетворенность качеством услуги (удовлетворенность качеством предложения услуг, удовлетворенность качеством потребления услуг). Из этих показателей нас интересуют показатели качества предложения и потребления услуг, причем более простые показатели (второго уровня). Из представленных данным автором показателей мы можем выделить следующие новые показатели, которыми следует дополнить перечень показателей качества перевозок пассажиров: представление об услуге, состояние подаваемых транспортных средств, характеристики персонала, информативность, гарантированность (отказы пассажирам в поездке). Такой показатель, как социальная приемлемость (уровень тарифов), к показателям качества перевозок пассажиров отнести очень сложно: обычно в городах устанавливается единый для всех маршрутов тариф за перевозку одного пассажира, который совсем не отражает уровень качества перевозки пассажиров на маршруте. Поэтому предлагается в качестве третьего фактора привлекательности автобусного маршрута принять тариф за перевозку пассажиров.

Л. Л. Афанасьев [19] утверждает, что к показателям качества обслуживания пассажиров следует относить к удовлетворению следующих требований по обеспечению: регулярности движения автобусов на маршрутах, снижения затрат времени населения на передвижение (времени на пешеходное передвижение к ближайшему остановочному пункту и от пункта выхода из автобуса к пункту назначения, времени на поездку в автобусе, времени на пересадки); возможности беспересадочной поездки; безопасности поездки; условий, создающих комфортность поездки (умеренное, в пределах номинальной вместимости, заполнение салона автобуса, хорошая обзорность, мягкость подвески и т. д.); пассажира информацией (объявлением остановок, вывешиванием схемы маршрута); экспрессных и укороченных маршрутов движения автобусов; удобства посадки и выхода пассажиров автобуса (широкие двери, низко расположенная подножка, накопительные площадки в салоне автобуса). Из предлагаемого автором перечня показателей качества перевозок пассажиров можно выделить следующие, не встречающиеся у рассмотренных выше авторов, показатели: удобство посадки и выхода пассажиров автобуса (ширина дверей, высота подножки над уровнем дороги, наличие накопительных площадок в салоне автобуса). Возможность беспересадочной поездки, наличие экспрессных и укороченных маршрутов движения автобусов к показателям качества перевозок пассажиров на маршруте предлагается не относить. Во-первых, так как понятие беспересадочной поездки для одних пассажиров будет иметь место, а для других – нет. Во-вторых, если имеются экспрессные и укороченные маршруты движения автобусов, то качество перевозок пассажиров оценивается именно на них.

ГОСТ Р 51825-2001 «Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования» [20] содержит показатели услуги, необходимые при оценке результативности ее оказания, которые можно отнести к показателям качества перевозок пассажиров: безопасность; своевременность и скорость; комфортность, этика и эстетика; комплексность; информативность, достоверность; доступность; сохранность багажа. Из представленных в ГОСТе показателей качества перевозок пассажиров можно выделить следующие новые показатели: своевременность перевозки и скорость доставки пассажиров. Такой показатель, как сохранность багажа, относится к пригородным, междугородным и международным перевозкам. Показатели комплексность и достоверность информации сомнительно отнести к качественным показателям перевозки пассажиров, так как предоставление неполных составляющих технологического содержания услуги и недостоверной информации относится к нарушениям договора перевозки, а не к их качеству.

ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества» [21] непосредственно регламентирует показатели качества пассажирских перевозок. В соответствии с этим ГОСТом к ним относят следующие показатели: информационного обслуживания; комфортности; скорости; своевременности; сохранности багажа; безопасности; экономические; надежности функционирования транспортных средств; про-

фессиональной пригодности исполнителей транспортных услуг, которые характеризуют особенности персонала; готовности транспортного средства и экипажа к выполнению перевозок. Показатели качества перевозок пассажиров, представленные в этом ГОСТе, не содержат новых, отличающихся от рассмотренных выше показателей, что подтверждает, что мы учли в перечне показателей качества перевозок пассажиров максимальное их количество.

Кроме этого, предлагается к качеству перевозки пассажиров относить удобство месторасположения остановок как необходимую составляющую формирования маршрутов перевозок.

Проведенный анализ литературных источников по планированию, организации и управлению пассажирскими перевозками позволил выделить следующие показатели качества перевозок пассажиров: наполнение автобусов; регулярность движения; время, затрачиваемое пассажирами на передвижение; безопасность; доступность; надежность; представление об услуге; состояние транспортных средств; характеристики персонала; информативность; гарантированность; ширина дверей; высота подножки над уровнем дороги; наличие накопительных площадок в салоне автобуса; своевременность; скорость доставки; удобство месторасположения остановок.

При определении технико-эксплуатационных показателей автобусных маршрутов и показателей качества перевозок пассажиров оказалось, что показатели скорости входят в перечень обоих факторов привлекательности автобусных маршрутов. Учитывая, что оценка сразу трех скоростей движения автобусов (технической скорости, скорости сообщения и эксплуатационной скорости) вызовет затруднение, предлагается, с учетом наличия скорости доставки в показателях качества перевозок пассажиров, исключить указанные скорости из перечня технико-эксплуатационных показателей автобусных маршрутов.

С учетом вышеизложенного, факторы и показатели привлекательности автобусных маршрутов можно представить в следующем виде (рисунок).



Рисунок – Факторы и показатели привлекательности автобусных маршрутов

Выводы

Таким образом, получило дальнейшее развитие обоснование факторов и показателей привлекательности автобусных маршрутов. Новизна этого подхода заключается в установлении этих факторов и показателей на основе уточнения сущности понятия «привлекательность автобусного маршрута», анализа существующих процессов организации, планирования и управления пассажирскими автобусными перевозками. Предлагается к факторам привлекательности автобусных маршрутов относить их потребительские свойства маршрутов, качество перевозки пассажиров и тариф за перевозку пассажиров.

Это позволит предприятиям пассажирского автотранспортного предприятия правильно оценивать привлекательность собственных автобусных маршрутов и сосредоточить внимание на улучшении тех показателей, которые негативно повлияли на эту привлекательность.

Список литературы

1. Кунев, С. В. Формирование инвестиционной привлекательности фармацевтического производителя на основе инструментов маркетинга: системный подход / С. В. Кунев, Л. В. Кунева. – Текст : электронный // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17205>.
2. Рилеев, С. В. Інвестиційна привабливість: види та підходи до її оцінки / С. В. Рилеев, А. Л. Романчук // Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки. – 2013. – Вип. 4. – С. 166–175.
3. Якименко, Е. А. Оценка инвестиционной привлекательности предприятия / Е. А. Якименко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 11(61). – С. 117–121.
4. Панков, С. А. Аналитические подходы к оценке инвестиционной привлекательности предприятия / С. А. Панков // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – Т. 3, № 2. – С. 65–68.
5. Гуткевич, С. О. Інвестиційна привабливість: сутність, показники і чинники впливу / С. О. Гуткевич, О. В. Пулій // Інтелект XXI. – 2019. – № 2. – С. 88–93.
6. Горяча, О. Л. Інвестиційна привабливість промислового підприємства / О. Л. Горяча // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2016. – № 1(33). – С. 46–52.
7. Демченко, С. Г. Оценка факторной привлекательности продукта (обувь) / С. Г. Демченко // Практический маркетинг. – 2008. – № 11(141). – С. 4–10.
8. Беляевский, И. К. Маркетинговое исследование / И. К. Беляевский / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – Москва, 2004. – 414 с. – ISBN 5-7764-0346-4.
9. Котов, В. Ю. Альтернативная система продаж / В. Ю. Котов, М. В. Котова. – Саратов : АСП, 2014. – 264 с. – ISBN 978-5-4345-0140-8.
10. Продовольственная безопасность: термины и понятия: энциклопедический справочник / В. Г. Гусаков, З. М. Ильина, В. И. Бельский [и др.]. – Минск : Белорусская наука, 2008. – 535 с. – ISBN 978-985-08-0992-6.
11. Ефремова, Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный : [в 2 томах] / Т. Ф. Ефремова. – Москва : Русский язык, 2000. – 2 т. – 2310 с.
12. Організація та управління пасажирськими перевезеннями / В. С. Маруніч, Л. Г. Шморгун, В. Г. Кабанов [та ін.] ; за редакцією В. С. Маруніча, Л. Г. Шморгуна. – Київ : Міленіум, 2017. – 528 с. – ISBN 978-966-8063-80-1.
13. Легкий, С. А. Обоснование технико-эксплуатационных показателей разработки автобусных маршрутов / С. А. Легкий, А. С. Аксенов // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. – 2018. – Т. 20, № 4-2(10). – С. 31–38.
14. Пермовский, А. А. Пассажирские перевозки / А. А. Пермовский. – Нижний Новгород : НГПУ, 2011. – 164 с.
15. Босняк, М. Г. Пасажирські автомобільні перевезення / М. Г. Босняк. – 2-ге вид. – Київ : Слово, 2011. – 272 с.
16. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Ф. П. Касаткин, Ш. А. Амирсейидов / Владимирский государственный ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : ВлГУ, 2014. – 264 с. – ISBN 978-5-9984-0424-5.
17. Большаков, А. М. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов / А. М. Большаков, Е. М. Кравченко, С. Л. Черникова. – Москва : Транспорт, 1981. – 206 с.
18. Криворучко, О. Н. Управление качеством услуг предприятий пассажирского автомобильного транспорта : монография / О. Н. Криворучко, Т. Е. Василенко. – Харьков : ХНАДУ, 2006. – 154 с.
19. Пассажирские автомобильные перевозки / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, Л. Б. Миротин [и др.] ; под редакцией Н. Б. Островского. – Москва : Транспорт, 1986. – 224 с.
20. ГОСТ Р 51825-2001. Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 14 ноября 2001 г. № 461-ст : введен впервые : дата введения 2002-07-01 : переиздан в июле 2020 г. – Текст : электронный / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Государственный научно-

исследовательский институт автомобильного транспорта» Министерства транспорта Российской Федерации // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028574>.

21. ГОСТ Р 51004-96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 25 декабря 1996 г. № 701 : введен впервые. – Текст : электронный / разработан Научным центром по комплексным транспортным проблемам (НЦКТП) Министерства транспорта России и Министерства по сотрудничеству России с государствами СНГ. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/278/27820.pdf>.

С. А. Легкий

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

Обоснование факторов и показателей привлекательности автобусных маршрутов

Актуальность изучения проблемы обоснования факторов и показателей привлекательности автобусных маршрутов обусловлена тем, что изменение требований пассажиров к транспортным услугам, несовершенство государственной политики в сфере организации перевозок пассажиров автомобильным транспортом и их тарифообразования, наличие большого количества конкурентов приводят к большим трудностям при принятии решений относительно разработки новых и усовершенствования существующих автобусных маршрутов. Решить данную проблему можно только за счет предложения пассажирам более привлекательных автобусных маршрутов, максимально отвечающих их требованиям.

Анализ существующих подходов к раскрытию сущности понятия «привлекательность автобусного маршрута» показал, что наибольшее распространение понятия привлекательности получило в сфере экономики, маркетинга и менеджмента при рассмотрении вопросов инвестиций и инвестиционной деятельности предприятий и организаций. В сфере планирования, организации и управления пассажирскими автобусными перевозками понятие «привлекательность», и в частности «привлекательность автобусного маршрута», отсутствует. Поэтому предложено установить сущность этого понятия на основе системного подхода и теоретических обобщений. Под привлекательностью автобусного маршрута предложено понимать совокупность свойств, показателей, качественных и других характеристик автобусного маршрута, посредством которых он вызывает интерес к себе у различных субъектов.

На основе уточнения сущности понятия «привлекательность автобусного маршрута», анализа существующих процессов организации, планирования и управления пассажирскими автобусными перевозками, с использованием системного подхода обоснованы факторы и показатели привлекательности автобусных маршрутов. Предлагается к факторам привлекательности автобусных маршрутов относить их потребительские свойства маршрутов, качество перевозки пассажиров и тариф за перевозку пассажиров.

Использование предлагаемого перечня факторов и показателей привлекательности автобусного маршрута позволит предприятиям пассажирского автотранспортного предприятия правильно оценивать привлекательность собственных автобусных маршрутов и сосредоточить внимание на улучшении тех показателей, которые негативно повлияли на эту привлекательность. Предложенный перечень факторов и показателей привлекательности автобусного маршрута может быть основой для определения факторов и показателей привлекательности маршрутов перевозки пассажиров других видов транспорта с учетом особенностей их технико-эксплуатационных, качественных показателей.

МАРШРУТ АВТОБУСНЫЙ, ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ МАРШРУТА, ФАКТОР ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МАРШРУТА, ПОКАЗАТЕЛИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МАРШРУТА, АНАЛИЗ, ОБОСНОВАНИЕ

S. A. Legkii

Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution

of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka

Substantiation of Factors and Indicators of the Bus Routes Attractiveness

The relevance of studying the problem of substantiating factors and indicators of the attractiveness of bus routes is due to the fact that changing passenger requirements for transport services, imperfection of state policy in the field of organization of passenger transportation by road and its tariff formation, the presence of a large number of competitors lead to great difficulties in making decisions regarding the development of new and improvement of

existing bus routes. This problem can be solved only by offering passengers more attractive bus routes that meet their requirements as much as possible.

The analysis of existing approaches to the disclosure of the essence of the concept of «attractiveness of a bus route» has shown that the attractiveness concept has become most widespread in the field of economics, marketing and management when considering investment issues and investment activities of enterprises and organizations. In the sphere of planning, organization and management of passenger bus transportation, the concept of «attractiveness» and, in particular, «attractiveness of the bus route» is absent. Therefore, it is proposed to establish the essence of this concept on the basis of the systematic approach and theoretical generalizations. The attractiveness of a bus route is proposed to be understood as a set of properties, indicators, qualitative and other characteristics of the bus route, through which it arouses interest in various subjects.

On the basis of clarifying the essence of the concept of the «bus route attractiveness», analyzing the existing processes of organization, planning and management of passenger bus transportation, using a systematic approach, the factors and indicators of the bus route attractiveness are substantiated. It is proposed that the factors of attractiveness of bus routes include their consumer properties of routes, the quality of passenger transportation and the fare for passenger transportation.

The use of the proposed list of factors and indicators of the bus route attractiveness will allow the enterprises of the passenger transport company to correctly assess the attractiveness of their own bus routes and focus on improving those indicators that have negatively affected this attractiveness. The proposed list of factors and indicators of the attractiveness of a bus route can be the basis for determining the factors and indicators of the attractiveness of passenger transportation routes of other modes of transport, taking into account the peculiarities of their technical and operational, qualitative indicators.

BUS ROUTE, ROUTE ATTRACTIVENESS, ROUTE ATTRACTIVE FACTOR, ROUTE ATTRACTIVENESS INDICATORS, ANALYSIS, JUSTIFICATION

Сведения об авторе:

С. А. Легкий

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

Статья поступила 07.02.2024

© С. А. Легкий

*Рецензент: Н. А. Селезнева, канд. экон. наук, доц.,
 Автомобильно-дорожный институт
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

**Р. Ю. Заглада, канд. экон. наук, О. И. Черноус, канд. экон. наук,
А. В. Лобанова, Т. В. Кулебякина**

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

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ

Оценена финансово-экономическая деятельность организаций почтовой связи Российской Федерации. Представлена их краткая характеристика по видам предоставляемых услуг, охвату населения, тарифной политике, показателям финансовой устойчивости, платежеспособности и ликвидности.

Ключевые слова: организация почтовой связи, финансовая устойчивость, платежеспособность, ликвидность, тарифная политика

Введение

Условием жизнеспособности организации и основной экономического развития на конкурентном рынке является финансовая устойчивость. В настоящее время во многих организациях значительное внимание уделяется мониторингу финансовой устойчивости, который предусматривает оперативное наблюдение за показателями финансовой устойчивости, платежеспособности и ликвидности в условиях нестабильного функционирования внешней среды. Финансовая устойчивость современных экономических систем – это неоднозначная, но достаточно изученная финансово-экономическая категория. Рассматривать ее можно с разных позиций, во-первых, как базисное понятие в управлении предприятием и, во-вторых, во взаимосвязи с ресурсным потенциалом организации.

Анализ исследований и публикаций

С различных позиций научные и методические основы определения сущности финансовой устойчивости изложены в трудах отечественных и зарубежных ученых, таких как А. И. Афоничкин [1], И. А. Бланк [2], Д. И. Валеева [3], Е. И. Воробьева [4], Т. Н. Егорушкина [5]. Значительный вклад в разработку теоретико-методологических основ эффективности развития организаций почтовой связи внесли отечественные ученые-экономисты: О. А. Князева, В. М. Орлов, А. Д. Петрашевская, Н. П. Спильная, Н. А. Хрущ и другие.

Цель исследования – оценить финансовую устойчивость организаций почтовой связи.

Основной материал исследования

Под финансовой устойчивостью организации понимают обеспечение организации финансовыми ресурсами, необходимыми для нормального функционирования, а также эффективность их использования и рационального размещения с целью достижения высокого уровня платежеспособности. Современной теорией и практикой оценки финансовой устойчивости выработан широкий набор методов, различающихся по области применения, набору показателей, точности получаемых оценок. Воспользуемся классическими методами оценки, а именно трехкомпонентным показателем финансовой устойчивости и коэффициентным анализом показателей платежеспособности и ликвидности.

Акционерное общество «Почта России» (АО «Почта России») – российская государственная компания, оператор российской государственной почтовой сети. Находится в ведении Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (РФ). В 2013 г. вошло в Перечень стратегических предприятий и стратегических акционерных обществ РФ. Компания относится к макрорегиональной структуре, в которую включены 86 филиалов по региональному принципу. Была создана как ФГУП «Почта России» распоряжением Правительства Российской Федерации от 05.09.2002 г., 11.02.2003 г. был утвержден устав, позже проведена государственная регистрация организации.

Государственное унитарное предприятие ДНР «Почта Донбасса» (ГУП ДНР «Почта Донбасса») – оператор почтовой связи Донецкой Народной Республики (ДНР). Создано 09.12.2014 г. в г. Донецке как ГП «Почта Донбасса» на базе украинской государственной компании ПАО «Укрпочта». Работу ГУП ДНР «Почта Донбасса» курирует Министерство связи ДНР. В 2014 г. начали свою работу 124 почтовых отделения ГП «Почта Донбасса», а сегодня действуют уже 227 отделений во всех городах Республики. На основании приказа Министерства связи Донецкой Народной Республики от 09.07.2021 г. № 204 «О переименовании Государственного предприятия «Почта Донбасса» наименование предприятия было изменено на Государственное унитарное предприятие Донецкой Народной Республики «Почта Донбасса».

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, организации почтовой связи обслуживают большую часть населения Российской Федерации.

Таблица 1 – Общая характеристика организаций почтовой связи

Наименование юридического лица	Страна, регион	Общая численность населения, чел.	Количество пользователей организации среди населения, чел.	Количество пользователей, %
АО «Почта России»	РФ, г. Москва	146793744	127710557	87
ГУП ДНР «Почта Донбасса»	ДНР, г. Донецк	2291019	1970276	86

Организации почтовой связи осуществляют следующие виды деятельности согласно своему уставу: все виды услуг почтовой связи – действия по приему, обработке, перевозке, доставке (вручению) почтовых отправлений, а также по осуществлению почтовых переводов; универсальные услуги почтовой связи по удовлетворению нужд пользователей услуг почтовой связи по обмену письменной корреспонденцией в пределах территории; услуги по хранению почтовых отправлений, грузов и товаров, а также складские услуги; услуги по распространению рекламы на почтовых отправлениях и других видах продукции; транспортно-экспедиционные услуги; услуги по подписке, доставке и распространению периодических печатных изданий; организация изготовления, типографские работы, издание и реализация государственных знаков почтовой оплаты и почтовой продукции, специальных почтовых штемпелей, почтовых марок, блоков, почтовых конвертов и карточек (открыток), каталогов, альбомов почтовых марок; розничная и оптовая торговля различными товарами [6]. Эти организации занимают 97 % рынка доставки письменной корреспонденции, 96 % рынка доставки посылок, 69 % рынка подписки и доставки периодической печати, 49,5 % рынка доставки пенсий, 45 % рынка денежных переводов.

Тарифы на универсальные услуги организаций почтовой связи приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Тарифы на универсальные услуги организаций почтовой связи

Вид отправления	Тарифы, руб.	
	АО «Почта России»	ГУП ДНР «Почта Донбасса»
Почтовая карточка, письмо простое		
весом до 20 г	22,00	18,00
свыше 20 г до 50 г	46,00	22,00
свыше 50 г до 100 г	50,60	26,00
свыше 100 г до 250 г	69,00	40,00
свыше 250 г до 500 г	89,70	60,00
свыше 500 г до 1000 г	125,58	100,00
свыше 1000 г до 2000 г	167,55	162,00
Бандероль простая		
весом до 100 г	40,00	26,00
свыше 100 г до 250 г	66,00	40,00
свыше 250 г до 500 г	82,50	60,00
свыше 500 г до 1000 г	100,65	100,00
свыше 1000 г до 2000 г	125,81	162,00
Заказное письмо		
за каждые полные и неполные 1000 г к предыдущему тарифу	112,5	82,00
за каждое заказное отправленное	3,46	6,00

Среди сравниваемых организаций почтовой связи можно увидеть, что в настоящее время более низкие цены у ГУП ДНР «Почта Донбасса». Однако, например, отправка заказного письма дешевле будет обходиться в АО «Почта России».

Рейтинг организаций почтовой связи по объему выручки приведен в таблице 3. По всем показателям лидирует АО «Почта России», в то время как ГУП ДНР «Почта Донбасса» имеет недостаточно высокие показатели, что объясняется незначительным охватом населения территории ДНР.

Таблица 3 – Рейтинг организаций почтовой связи по объему выручки

Наименование организации	Объем выручки, млн руб.	Численность работников, чел.	Валовая прибыль, млн руб.
АО «Почта России»	48000	351753	1734
ГУП ДНР «Почта Донбасса»	2,11	1750	0,9

Основные показатели, характеризующие динамику изменения абсолютной величины и структуру имущественного состояния организаций почтовой связи приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные показатели имущественного состояния организаций почтовой связи

Статья баланса	АО «Почта России»			ГУП ДНР «Почта Донбасса»		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Внеоборотные активы, тыс. руб.	36624,14	51167,05	57552,9	1101,0	1400,5	1470,6
Оборотные активы, тыс. руб.	198696,6	190071,6	205634,5	2212,31	1744,03	2487,71
Итого, тыс. руб.	235470,64	241238,65	263187,4	3313,31	3144,53	3958,31

Как следует из приведенных данных, у АО «Почта России» наблюдается рост показателей имущественного состояния с 235,470 млн руб. в 2019 г. до 263,187 млн руб. в 2021 г. Одновременно можно заметить, что как внеоборотные активы, так и оборотные активы организации в период с 2019 г. по 2021 г. возросли. Также можно увидеть у ГУП ДНР «Почта Донбасса» увеличение показателей имущественного состояния в период с 2019 г. по 2021 г. на 19,4 %. На этом предприятии аналогичная тенденция сохраняется и по внеоборотным активам, которые возросли на 33,57 %. Это связано с тем, что практически все филиалы ПАО «Укрпочта» на территории ДНР были преобразованы в ГП «Почта Донбасса».

Как следует из данных таблицы 4, у АО «Почта России» за исследуемый период наблюдается уменьшение оборотных активов с 198,696 млн руб. в 2019 г. до 190,071 млн руб. в 2020 г., а в 2021 г. оборотные активы выросли до 205,634 млн руб. На предприятии ГУП ДНР «Почта Донбасса» также произошло увеличение оборотных активов с 2019 г. по 2021 г. в 1,12 раза (с 2212,31 тыс. руб. до 2487,71 тыс. руб.). Увеличение оборотных активов произошло за счет денежных средств и дебиторской задолженности. Рост дебиторской задолженности – явление отрицательное, негативно влияющее на финансовую устойчивость.

Таблица 5 – Состав оборотных активов организаций почтовой связи

Статьи баланса	АО «Почта России»			ГУП ДНР «Почта Донбасса»		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Запасы, тыс. руб.	8570,0	10020,0	10430,0	1400,0	1400,0	2000,0
Дебиторская задолженность, тыс. руб.	14364,0	18792,5	20394,9	24,61	74,03	74,86
Денежные средства и денежные эквиваленты, тыс. руб.	170300,0	156822,0	170809,0	122,0	159,0	253,0
Прочие оборотные активы, тыс. руб.	5462,6	4437,1	4000,6	665,7	111,0	159,85
Итого	198696,6	190071,6	205634,5	2212,31	1744,03	2487,71

В таблице 6 представлен расчет влияния роста дебиторской задолженности на финансовые показатели деятельности организаций.

Таблица 6 – Показатели, характеризующие дебиторскую задолженность организаций

Показатель	АО «Почта России»			ГУП ДНР «Почта Донбасса»		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1. Дебиторская задолженность, тыс. руб.	14364,0	18792,5	20394,9	24,61	74,03	74,86
2. Активы, тыс. руб.	234620,0	240543,0	262590,0	424,47	591,57	651,27
3. Коэффициент отвлечения активов в дебиторскую задолженность	0,061	0,078	0,077	0,058	0,125	0,115
4. Оборотные активы, тыс. руб.	198696,6	190071,6	205634,5	2212,31	1744,03	2487,71
5. Коэффициент отвлечения оборотных активов в дебиторскую задолженность (строка 1 / строка 4)	0,072	0,098	0,099	0,011	0,042	0,03

Если в 2019 г. коэффициент отвлечения активов в дебиторскую задолженность составлял 0,058 по АО «Почта России» и 0,058 по ГУП ДНР «Почта Донбасса», то в 2021 г. он вырос до 0,077 и 0,115. За это же время коэффициент отвлечения оборотных активов в дебиторскую задолженность вырос с 0,072 до 0,099 на АО «Почта России» и с 0,011 до 0,03 на

ГУП ДНР «Почта Донбасса». Он показывает, что в структуре оборотных средств превалирует дебиторская задолженность.

В таблице 7 представлен трехкомпонентный показатель типа финансовой устойчивости организаций в динамике за исследуемый период.

Таблица 7 – Показатели финансовой устойчивости организаций

Показатель	АО «Почта России»			ГУП ДНР «Почта Донбасса»		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1. Собственный капитал, тыс. руб.	17628,5	19343,0	20040,7	2434,4	2936,3	2272,5
2. Внеоборотные активы, тыс. руб.	36624,1	51167,0	57552,9	1101,0	1400,5	1470,6
3. Собственные источники формирования запасов (Фс = строка 1 – строка 2)	–18995,6	–31824	–37512,2	1333,4	1535,8	801,9
4. Долгосрочные обязательства, тыс. руб.	15087,9	37129,4	43365,0	24,26	26,62	20,14
5. Долгосрочные средства для формирования запасов (Фд = строка 3 + строка 4)	–3907,7	5305,3	5852,8	1357,66	1562,42	822,04
6. Краткосрочные кредиты и займы, тыс. руб.	202754,0	184878,0	199949,0	196,9	281,8	428,7
7. Общая величина источников средств для покрытия запасов (Фс = строка 5 + строка 6)	198846,3	190183,4	205801,8	1554,56	1844,22	1250,74
8. Запасы, тыс. руб.	8570,0	10020,0	10430,0	1400,0	1400,0	2000,0
9. Излишек (недостаток) собственных активов (АФс = строка 3 – строка 8)	–27565,6	–41844,0	–47942,2	–66,6	135,8	–1198,1
10. Излишек (недостаток) долгосрочных средств на покрытие запасов (АВд = строка 5 – строка 8)	–12477,7	–4714,6	–4577,2	–42,34	162,42	–1177,96
11. Излишек (недостаток) общей величины источников средств на покрытие запасов (АФо = строка 7 – строка 8)	190276,3	180163,4	195371,8	154,56	444,22	–749,26
12. Трехмерный показатель типа финансовой устойчивости	0;0;1	0;0;1	0;0;1	0;0;1	1;1;1	0;0;0
13. Тип финансовой устойчивости	Неустойчивое финансовое состояние			Неустойчивое состояние	Абсолютная устойчивость	Кризисное финансовое состояние

АО «Почта России» характеризуется неустойчивым финансовым состоянием, при котором возрастает риск неплатежеспособности. Тем не менее сохраняется возможность восстановления равновесия за счет дополнительного привлечения собственных средств, сокращения дебиторской задолженности и ускорения оборачиваемости запасов. Пределом финансовой неустойчивости является кризисное состояние организации. Этот предел проявляется в том, что наряду с нехваткой средств из «нормальных» источников покрытия запасов и затрат (к их числу может относиться часть внеоборотных активов, просроченная задолженность и т. д.) организация имеет убытки, непогашенные обязательства, безнадежную дебиторскую задолженность. Кроме того, следует отметить, что финансовая неустойчивость считается допустимой, если величина привлекаемых для формирования запасов и затрат краткосрочных кредитов и заемных средств не превышает суммарной стоимости производственных запасов и готовой продукции (наиболее ликвидной части запасов и затрат). Если указанные условия не выполняются, то финансовая неустойчивость является недопустимой и отражает склонность организации к существенному ухудшению финансового состояния [7].

ГУП ДНР «Почта Донбасса» из состояния абсолютной финансовой устойчивости в 2020 г. перешло в кризисное финансовое состояние в 2021 г. Оно возникает, когда оборотных активов организации оказывается недостаточно для покрытия его кредиторской задолженности и просроченных обязательств. В такой ситуации предприятие находится на грани банкротства. Для восстановления механизма финансов необходим поиск возможностей и принятие организационных мер по обеспечению повышения деловой активности и рентабельности работы организации и т. д. При этом требуется оптимизация структуры пассивов, обоснованное снижение запасов и затрат, не используемых в обороте или используемых недостаточно эффективно. Расчеты, приведенные в таблице 7, указывают на отсутствие у организации собственных источников формирования запасов, что отрицательно сказывается на показателях финансовой устойчивости обеих организаций.

В таблице 8 представлен расчет собственных оборотных средств организации. Если данный показатель со знаком «–», это означает недостаток собственных средств организации, а знак «+» – их переизбыток. Таким образом, АО «Почта России» испытывает недостаток в собственных средствах, а ГУП ДНР «Почта Донбасса» обладает их переизбытком.

Таблица 8 – Расчет собственных оборотных средств

Показатель	АО «Почта России»			ГУП ДНР «Почта Донбасса»		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Собственный капитал, тыс. руб.	17628,5	19343,0	20040,7	2434,4	2936,3	2272,5
Долгосрочные обязательства, тыс. руб.	15087,9	37129,4	43365,0	24,26	26,62	20,14
Внеоборотные активы, тыс. руб.	36624,1	51167,0	57552,9	1101,0	1400,5	1470,6
Собственные оборотные активы, тыс. руб.	–34083,5	–68953,4	–80877,2	+1309,14	+1509,18	+781,76

В таблице 9 представлен расчет показателей финансовой независимости организаций. По этим показателям можно определить насколько организации имеют возможность использовать собственные денежные поступления. Данные таблицы указывают на тот факт, что ни один из приведенных коэффициентов финансовой независимости (строки 3, 5, 7 и 9) не соответствует общепринятым нормативным значениям, указанным в соответствующем столбце. Обращает на себя внимание тот факт, что отрицательное значение коэффициентов маневренности, обеспеченности оборотных активов и запасов характерно для АО «Почта России». Это говорит о том, что компания является финансово неустойчивой, а структура капитала – неэффективной.

Таблица 9 – Расчет показателей финансовой независимости

Показатель	Норматив	АО «Почта России»			ГУП ДНР «Почта Донбасса»		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1. Собственный капитал, млн руб.	–	17,6285	19,343	20,0407	2,4344	2,9363	2,2725
2. Активы, млн руб.	–	234,620	240,543	262,59	0,4247	0,59157	0,65127
3. Коэффициент автономии (строка 1 / строка 2)	0,5–0,7	0,075	0,08	0,076	5,73	4,963	3,489
4. Собственные оборотные активы, млн руб.	–	–34,0835	–68,9534	–80,8772	+1,30914	+1,50918	+0,78176
5. Коэффициент маневренности собственного капитала (строка 4 / строка 1)	0,2–0,5	–1,933	–3,564	–4,035	0,537	0,514	0,344
6. Оборотные активы, млн руб.	–	198,6966	190,0716	205,6345	2,21231	1,74403	2,48771
7. Коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными оборотными активами (строка 4 / строка 6)	0,1–0,5	–0,171	–0,362	–0,393	0,591	0,865	0,314
8. Запасы, млн руб.	–	8,57	10,02	10,43	1,40	1,4	2,0
9. Коэффициент обеспеченности запасов собственными оборотными активами (строка 4 / строка 8)	0,5–0,8	–3,977	–6,88	–7,754	0,935	1,078	0,39

Для оценки ликвидности баланса организаций проведен соответствующий расчет, результаты которого отображены в таблицах 10, 11 и 12. Общепринятая методика оценки ликвидности баланса предполагает формирование агрегированного баланса, в котором разделы актива баланса сгруппированы по степени ликвидности. При этом формируются показатели А1–А4 по данным балансов рассматриваемых организаций почтовой связи. Показатели П1–П4 формируются из баланса организации по степени срочности обязательств. Принято считать баланс организации ликвидным, если одновременно выполняются четыре неравенства [8]:

$$A1 \geq P1; A2 \geq P2; A3 \geq P3; A4 \leq P4,$$

где А1, А2, А3, А4 – итоги по разделам 1, 2, 3 и 4 актива баланса;

П1, П2, П3, П4 – итоги по разделам 1, 2, 3 и 4 пассива баланса.

Как следует из таблицы 10, баланс АО «Почта России» во всех исследуемых периодах обладал признаками «нормального баланса» только по одному показателю из четырех. Баланс ГУП ДНР «Почта Донбасса» (таблица 11) в 2019 г. и в 2021 г. обладал тремя признаками «нормального баланса» из четырех, в 2020 г. количество положительных признаков было всего два.

По данным таблицы 12 можно увидеть, что организации имели в некоторые периоды нормативные показатели ликвидности. В результате проведенного анализа установлено, что управление оборотными активами организаций нуждается в серьезных изменениях, которые будут способствовать улучшению финансового положения организаций. В первую очередь это касается дебиторской задолженности, которая для организаций приняла угрожающие размеры и, самое главное, у АО «Почта России» имеет тенденцию к увеличению.

Таблица 10 – Расчет показателей ликвидности баланса АО «Почта России», тыс. руб.

Актив	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Пассив	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Платежный излишек (+) или дефицит (-)		
								2019 г.	2020 г.	2021 г.
A1	14364	18792	20394	П2	26202	26705	25878	–	–	–
A2	170300	156822	170809	П1	175701	157365	173306	–	–	–
A3	13331	13761	13833	П3	15087	37129	43365	–	–	–
Итого текущие активы	197995	189375	205036	Итого обязательства	216990	221199	242549			
A4	36625	51168	57554	П4	17630	19341	20041	+	+	+
Всего	234620	240543	262590	Всего	234620	240543	262590			

Таблица 11 – Расчет показателей ликвидности баланса ГУП ДНР «Почта Донбасса», тыс. руб.

Актив	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Пассив	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Платежный излишек (+) или дефицит (-)		
								2019 г.	2020 г.	2021 г.
A1	122,32	159,19	253,52	П1	14,13	24,31	43,73	+	+	+
A2	24,61	74,03	74,86	П2	14,04	42,95	36,75	+	+	+
A3	14,81	15,20	21,64	П3	7,59	24,19	20,14	+	–	+
Итого текущие активы	161,74	248,42	350,02	Итого обязательства	35,76	91,45	100,62			
A4	262,73	343,15	301,25	П4	388,71	500,12	550,65	–	–	–
Всего	424,47	591,57	651,27	Всего	424,47	591,57	651,27			

В таблице 12 приведен расчет показателей ликвидности.

Таблица 12 – Показатели ликвидности организаций почтовой связи

Показатель	Норматив	АО «Почта России»			ГУП ДНР «Почта Донбасса»		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1. Денежные средства и краткосрочные финансовые вложения, тыс. руб.	–	170300	156822	170809	122	159	253
2. Дебиторская задолженность, тыс. руб.	–	14364,0	18792,5	20394,9	24,61	74,03	74,86
3. Оборотные активы, тыс. руб.	–	198696,6	190071,6	205634,5	2212,31	1744,09	2487,71
4. Краткосрочные обязательства, тыс. руб.	–	202754	184878	199949	196,9	281,8	428,7
5. Коэффициент абсолютной ликвидности (строка 1 / строка 4)	0,2–0,3	0,839	0,848	0,854	0,619	0,564	0,59
6. Коэффициент промежуточного покрытия (строка 1 + строка 2) / строка 4	>1	0,91	0,949	0,956	0,744	0,826	0,762
7. Коэффициент текущей ликвидности (строка 3 / строка 4)	1–2	0,979	1,028	1,028	11,23	6,18	5,8

Выводы

Таким образом, за исследуемый период АО «Почта России» характеризуется неустойчивым финансовым состоянием, а ГУП ДНР «Почта Донбасса» имеет кризисное состояние. При неустойчивом финансовом состоянии возрастает риск неплатежеспособности. Тем не менее сохраняется возможность восстановления равновесия за счет дополнительного привлечения собственных средств, сокращения дебиторской задолженности и ускорения оборачиваемости запасов. Финансовая неустойчивость может перейти в кредитное состояние организации под действием негативных внутренних финансовых факторов в случае, когда оборотных активов организации оказывается недостаточно для покрытия ее кредиторской задолженности и просроченных обязательств. В такой ситуации предприятие находится на грани банкротства.

Оценка платежеспособности показала, что организации получают прибыль, однако результаты их хозяйственной деятельности тесно коррелируют с динамикой внутренней и внешней среды функционирования. Анализ ликвидности показал, что управление оборотными активами в анализируемых организациях нуждается в серьезных изменениях, поэтому в дальнейших исследованиях необходимо уделить внимание разработке комплексу мер по уменьшению дебиторской задолженности.

Список литературы

1. Афоничкин, А. И. Финансовый менеджмент. В 2 частях. Часть 1. Методология : учебник и практикум / А. И. Афоничкин, Л. И. Журова, Д. Г. Михаленко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2017. – 218 с. – ISBN 978-5-534-04394-5.
2. Бланк, И. А. Основы финансового менеджмента : [в 2 томах] / И. А. Бланк. – Киев : Ника-Центр, 1999. – 2 т.
3. Валеева, Д. И. Сущность и содержание управления финансовыми рисками как основа финансовой устойчивости фирмы / Д. И. Валеева // Вестник современных исследований. – 2018. – № 12.7(27). – С. 62–64.
4. Воробьева, Е. И. Анализ научных подходов к сущности финансовой устойчивости предприятий / Е. И. Воробьева, Ю. Н. Воробьев, Н. А. Петрова // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. – 2015. – № 4(33). – С. 22–27.
5. Анализ подходов к оценке финансовой устойчивости предприятия для целей повышения ее эффективности / Т. Н. Егорушкина, Н. В. Красникова, А. С. Егорушкина, С. М. Ксенофонов // Студенческие научные достижения: сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса, 25 января 2019 г. – Пенза : Наука и Просвещение, 2019. – С. 150–154.
6. Румянцева, Е. Е. Финансовый менеджмент : учебник и практикум / Е. Е. Румянцева. – Москва : Юрайт, 2016. – 360 с. – ISBN 978-5-9916-5639-9.
7. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности : учебник / Г. В. Савицкая. – 4-е изд., испр. – Минск : РИПО, 2016. – 374 с. – ISBN 978-985-503-569-6.
8. Сафонова, Н. С. Сущность финансовой устойчивости предприятия / Н. С. Сафонова, С. В. Землячев // Вестник Науки и Творчества. – 2017. – № 2(14). – С. 155–161.

Р. Ю. Заглада, О. И. Черноус, А. В. Лобанова, Т. В. Кулебякина
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Оценка финансовой устойчивости организаций почтовой связи

В реалиях современной экономики хозяйственная деятельность организаций почтовой связи находится в фокусе внимания разнообразных контрагентов рыночных отношений, которые косвенно или напрямую заинтересованы в результатах их функционирования. С переходом экономики на рыночные основы хозяйствования изменились условия эффективного функционирования таких организаций. В настоящее время для обеспечения выживаемости современным организациям почтовой связи требуется не только повышать эффективность деятельности, обеспечивая конкурентоспособность почтовых услуг и внедряя новые, более эффективные формы их продвижения, но и понимать, знать, уметь и давать реальную оценку финансового состояния, как собственной организации, так и своим уже существующим, а также потенциальным конкурентам.

В ходе исследования организаций почтовой связи проведена оценка видов предоставляемых услуг,

охвата населения, тарифной политики, показателей финансовой устойчивости, платежеспособности и ликвидности. Анализ показал, что за исследуемый период АО «Почта России» характеризуется неустойчивым финансовым состоянием, а ГУП ДНР «Почта Донбасса» имеет кризисное состояние. Рассчитанные показатели платежеспособности дали возможность прийти к выводу о том, что исследуемые организации получают прибыль, однако результаты их хозяйственной деятельности тесно коррелируют с динамикой внутренней и внешней среды функционирования. Результаты оценки ликвидности показали, что управление оборотными активами в анализируемых организациях нуждается в серьезных изменениях и в дальнейших исследованиях необходимо уделить внимание разработке комплекса мер по уменьшению дебиторской задолженности.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ, ФИНАНСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ, ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬ, ЛИКВИДНОСТЬ, ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА

R. Iu. Zaglada, O. I. Chornous, A. V. Lobanova, T. V. Kulebiakina
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Financial Stability Assessment of the Postal Service Organizations

In the realities of the modern economy, the economic activity of postal service organizations is the focus of attention of various counterparties of market relations, which are indirectly or directly interested in the results of their functioning. With the transition of the economy to the market-based management, the conditions for the effective functioning of such organizations have changed. Today, to ensure the survival of modern postal organizations, it is necessary not only to increase the efficiency of activities, ensuring the competitiveness of postal services, introducing new, more effective forms of their provision, but also to understand, know, be able and give a real assessment of the financial condition of both their own organization and their existing ones, as well as potential competitors.

The study of postal service organizations assessed the types of services provided, population coverage, tariff policy, indicators of financial stability, solvency and liquidity. The analysis showed that during the period under study, Russian Post JSC is characterized by an unstable financial condition, and the DPR State Unitary Enterprise Donbass Post is in a crisis state. The calculated solvency indicators made it possible to come to the conclusion that the organizations under study make a profit, but the results of their economic activities closely correlate with the dynamics of the internal and external operating environment. The results of the liquidity assessment showed that the management of current assets in the analyzed organizations needs serious changes and that further research should pay attention to the development of a set of measures to reduce accounts receivable.

POSTAL SERVICE ORGANIZATION, FINANCIAL STABILITY, SOLVENTITY, LIQUIDITY, TARIFF POLICY

Сведения об авторах:

Р. Ю. Заглада

SPIN-код РИНЦ: 6679-0215
 Телефон: +7 949 301-98-51
 Эл. почта: zaglada@e.adidonntu.ru

О. И. Черноус

SPIN-код РИНЦ: 6362-9293
 Телефон: +7 949 436-76-87
 Эл. почта: kseniya_1382@mail.ru

А. В. Лобанова

Телефон: +7 949 447-28-02
 Эл. почта: alinalobanova1981@mail.ru

Т. В. Кулебякина

Телефон: +7 949 309-70-21

Статья поступила 15.02.2024

© Р. Ю. Заглада, О.И. Черноус, А. В. Лобанова, Т. В. Кулебякина, 2024

Рецензент: С. А. Легкий, канд. экон. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

Е. С. Глушко, канд. экон. наук

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

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Проанализированы связи между экономическим ростом и интеллектуальной собственностью, которые отражают процесс развития прав интеллектуальной собственности в ведущих странах – сторонниках надежной их защиты на международном уровне. Проведено сравнение прав интеллектуальной собственности разных стран, а также проведен анализ ключевых факторов, которые приводят к различному пониманию вопроса. Влияние прав интеллектуальной собственности на развитие экономики рассмотрено на примере индийской фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, экономический рост, налогообложение, денежно-кредитная политика, инновации, конкурентоспособность, научно-исследовательская работа, опытно-конструкторская разработка

Введение

Технологическое совершенствование интеллектуальной собственности (ИС) впервые было введено в модель Солоу как экзогенная переменная экономического роста, не зависящая от экономической политики страны. Теория эндогенного роста, однако, утверждает, что государственная политика влияет на долгосрочное развитие страны в таких ключевых областях, как интеллектуальная собственность, налогообложение, поддержание законности и порядка, а также налогово-бюджетная и денежно-кредитная политика. Это связано с быстрыми темпами создания инноваций и дополнительными инвестициями в человеческий капитал с повышением производительности. Инновации улучшают существующие технологии, а следовательно, и увеличивают доходы предприятия в частности и страны в целом. Данная стратегия позволяет улучшить платежный баланс, дает доступ к международным рынкам, создает доверие инвесторов и расширяет возможности трудоустройства. Следовательно, для институтов, способствующих развитию инноваций, важно стимулировать изобретательность.

Анализ исследований и публикаций

Вопросами влияния создания ИС на развитие экономики разных стран занимается ряд известных ученых, среди которых необходимо выделить С. П. Ботуз, В. Е. Резепова, Н. В. Тюльпинова, М. А. Рожкова, С. И. Крупко, Т. М. Воротынцева, В. Л. Энтин, А. Б. Арзуманян. Их научные исследования посвящены проблемам разработки методов оценки необходимости введения объектов интеллектуальной собственности в экономический оборот страны. Однако они не рассматривают возможность выработки единой универсальной политики в области ИС как инструмента на институциональном уровне.

Цель статьи – анализ возможностей выработки универсальной политики в отношении стимуляции развития защиты интеллектуальной собственности как инструмента экономического роста страны.

Основная часть

Права интеллектуальной собственности (ПИС) являются прямыми стимулами и способствуют экономическому росту по каналам международной торговли, прямых иностранных инвестиций (ПИИ), лицензирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), то есть инноваций. Надежный режим ПИС облегчает передачу критически важных технологий в форме прямых иностранных инвестиций, совместных предприятий и лицензирования. Эти каналы помогают обеспечить доступ к технологическим и управленческим активам многонациональных компаний (ТНК), тем самым стимулируя передачу технологий, что имеет решающее значение для стран с низким уровнем инноваций. Технические ноу-хау, создаваемые ПИС, расширяют возможности для бизнеса. Патентная защита – законы, которые препятствуют коммерческому изготовлению, использованию, распространению, импорту или продаже изобретений другими лицами без согласия владельца патента, – является важным аспектом ПИС, поскольку способствует технологической конкурентоспособности и конкурентоспособности бизнеса. Меры по защите прав интеллектуальной собственности также решают проблему контрафактной продукции, которая ежегодно наносит огромный ущерб промышленности [1].

Существует высокая степень вариативности взаимосвязи между защитой прав интеллектуальной собственности и экономическим ростом. Эта вариативность зависит от структуры рынка и характера экономических институтов страны. Следует отметить, что в странах с открытым экономическим режимом и сильной системой защиты прав интеллектуальной собственности зафиксированы одни из самых высоких темпов роста экономики.

Расширение прав интеллектуальной собственности и превращение США в ключевого сторонника внедрения прав интеллектуальной собственности во всем мире является результатом прочных правовых основ в сочетании с возросшим уровнем промышленного и технологического развития. Однако даже в этом случае существуют некоторые расхождения во мнениях. В 1860-х годах патенты в США пережили заметный всплеск и сыграли важную роль в обеспечении процветания электротехнической, химической и коммуникационной промышленности. К XIX веку предприятия использовали патенты не только для окупаемости изобретений в конкретных отраслях, но и стратегически использовали патентные права для утверждения и сохранения своего контроля над рынком. Страх перед монополистическим контролем над рынком был основным источником скептицизма в США в отношении прав интеллектуальной собственности, часто выражаемого в сочетании с обвинениями в борьбе с конкуренцией.

Внедрение ПИС дает большую денежную выгоду изобретателям и их компаниям, поэтому широкое лоббирование со стороны заинтересованных групп является обычным явлением. Те, кто предпочел бы более слабое обеспечение соблюдения ПИС, как правило, являются ограниченными потребителями, которые могут проиграть в случае монополизации рынков. Таким образом, попытки заручиться поддержкой защиты ПИС были в основном успешными в США и расширялись с 1970-х годов, с увеличением числа патентов и заявок, поданных в быстро развивающемся секторе программного обеспечения. По состоянию на 2023 год в США созданы наилучшие условия для защиты прав интеллектуальной собственности. Тенденция, которая прослеживается в ряде других западных стран, таких как Великобритания, заключается в увеличении международной поддержки принятия и обеспечения соблюдения прав интеллектуальной собственности [2].

Заслуживающими внимания являются «Всемирная организация интеллектуальной собственности» (ВОИС, 1967 г.) и Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности (ТРИПС), которые стандартизировали минимальный уровень защиты ИС среди государств-членов организаций. Большинство развивающихся стран подписали соглашение по ТРИПС и должны соблюдать его, разъясняя базовый уровень защиты прав интеллектуальной собственности в странах Глобального Юга. Однако южные страны в значительной степени

отстают в реализации этой политики в области интеллектуальной собственности. Несвоевременное внедрение изобретений часто приводит к последствиям в плане доступа на международный рынок, отмене льгот Всеобщей системы преференций (ВСП) и потере доверия иностранных инвесторов.

В ряде исследований утверждается, что экономика развивающихся стран еще не созрела для строгого соблюдения прав интеллектуальной собственности и может пострадать от этого. Существуют значительные различия в эффективности режимов защиты интеллектуальной собственности между развитыми и развивающимися странами. Коэффициент, связанный с ПИС при сбалансированных данных, показал, что увеличение индекса ПИС на одну единицу привело к снижению реального роста ВВП на душу населения в развивающихся странах со средним уровнем дохода на 0,73 долл. Находясь на переходной стадии экономического развития, затраты развивающихся стран на инновации выше, чем затраты на имитацию. Жесткие меры по защите интеллектуальной собственности также сопряжены с риском возникновения инфляционного давления, безработицы и проблем с платежным балансом при их нынешнем уровне экономического и инфраструктурного развития [3].

Усиление защиты прав интеллектуальной собственности также может привести к сокращению самих ПИС, поскольку более строгие требования к уникальности повышают себестоимость продукции. Связь между благосостоянием и сильной защитой прав интеллектуальной собственности остается неоднозначной, поскольку исследования показывают, что усиление защиты прав интеллектуальной собственности в южных странах оказало негативное влияние на их благосостояние и положительное – на страны севера. Даже согласованная на глобальном уровне система защиты прав интеллектуальной собственности принесла бы пользу северному району мира, но потенциально может нанести ущерб южным. При наличии данных, свидетельствующих об отсутствии эффекта защиты прав интеллектуальной собственности на экономический рост в странах с низким уровнем дохода, мировой Юг еще больше удерживается от принятия строгих мер по защите прав интеллектуальной собственности. Защита прав интеллектуальной собственности становится важной для стран только по мере того, как они достигают более высоких уровней развития, поскольку основная часть выгод на начальных этапах достигается фирмами за пределами родной страны.

Тем не менее, эффективно управляемая современная система интеллектуальной собственности является необходимым условием для современного экономического развития, основанного на технологиях, которое не поддерживается в большинстве развивающихся стран. Южные страны сталкиваются с другими проблемами, такими как слабая физическая инфраструктура с точки зрения ведомств ИС, низкая интеллектуальная инфраструктура, низкая осведомленность общественности и отсутствие надежной государственной политики. Научно-исследовательские учреждения и фирмы в южной части мира смоделировали свою работу с использованием имитационных исследований, обратного инжиниринга и других неоригинальных методов, что привело к сокращению портфеля интеллектуальной собственности в стране.

Основная проблема, с которой сталкивается большинство развивающихся стран, заключается в том, что усиление защиты ПИС может позволить иностранным интересам извлекать экономические выгоды из знаний коренных народов и других биологических ресурсов. Одним из примеров такой озабоченности является «биоразведка». Это практика, при которой иностранные компании используют биологические образцы для производства патентоспособных продуктов, которые в основном основаны на знаниях коренных народов. Это может помешать людям извлекать выгоду из культурных знаний, передаваемых из поколения в поколение. Это может быть исправлено путем добавления меры, гарантирующей, что «традиционные знания» являются частью коллекции национального достояния, с которой консультируются патентные эксперты [4].

Несмотря на то, что связь между политикой и правами интеллектуальной собственности слабая, последствия сильной системы прав интеллектуальной собственности различны при разных режимах. Например, ранее проведенные исследования показали, что предприниматели в более демократических странах пользуются более высоким уровнем использования технологий по мере укрепления прав интеллектуальной собственности, в то время как предприниматели в более авторитарных странах с меньшей вероятностью будут использовать новейшие технологии. Способность начинающих технологических предпринимателей влиять на нормы и законы в своих интересах возрастает при более высокой степени участия в политической жизни. Преобладание пиратских партий – групп политических интересов, которые лоббируют минимальные права интеллектуальной собственности, поскольку, по их мнению, это противоречит обмену информацией и знаниями, – также является сигналом о том, что правоприменение должно осуществляться таким образом, чтобы не подавлять инновации. Однако такие механизмы, как коррупция, кумовство, кастовая система, приводят к односторонней системе, в которой права интеллектуальной собственности обычно соблюдаются в пользу лиц, имеющих политические связи.

Создание надежных механизмов защиты прав интеллектуальной собственности и эффективного правоприменения также в некоторой степени зависит от культуры и политики каждой страны. Например, Китай является членом ВОИС, Парижской конвенции, Бернской конвенции и Мадридского протокола, но эффективные механизмы правоприменения в этой стране представляют собой серьезную проблему. Некоторые ученые утверждают, что это связано с широко распространенным в китайском обществе убеждением, что индивидуальные изобретения основаны на прошлых знаниях, которые принадлежат всем гражданам. Конфуцианство и коммунизм исторически придавали большее значение ограничению неприемлемых идей в отличие от авторских прав демократических государств. Индивидуальная собственность не является приоритетной, и считается, что изобретения принадлежат государству.

Этой линии рассуждений противостоит аргумент о том, что формальные институты, «правила игры» и управление оказывают большее влияние на защиту прав интеллектуальной собственности в отличие от неформальных институтов, изменение которых занимает относительно больше времени. Аргумент Олсона о качестве институтов и экономической политики как важных детерминантах богатства страны становится актуальным по мере появления научных исследований, пропагандирующих основанный на институтах взгляд на защиту ПИС. Слабые институты защиты прав интеллектуальной собственности характеризуются отсутствием сдержек и противовесов, концентрацией власти, высокой восприимчивостью к лоббированию и политической нестабильности. Это приводит к снижению уровня внутренних инвестиций и, в конечном итоге, к бегству капитала из страны [5].

Рост отечественной фармацевтической промышленности Индии опирался на слабую, а не сильную защиту прав интеллектуальной собственности, что является важным примером, иллюстрирующим, что одна политика может подходить не всем.

Закон о патентах 1970 года сыграл историческую роль в ослаблении патентного законодательства в сфере фармацевтической и агрохимической продукции в Индии. Закон о патентах 1970 года исключил фармацевтические препараты и агрохимические продукты из сферы действия патентов в попытке уменьшить зависимость Индии от импорта лекарств и рецептур массового производства [6]. Целью было развитие самодостаточной местной фармацевтической промышленности. Отсутствие защиты патентов на продукты оказало значительное влияние на индийскую фармацевтическую промышленность. Это привело к накоплению значительного опыта в области обратного проектирования лекарств – тех, которые патентоспособны как продукты во всем промышленно развитом мире, но не защищены в Индии. Следовательно, объем производства в индийской фармацевтической промышленности быстро рос за счет разработки более дешевых версий ряда лекарств, запатентованных для внутреннего рынка, и в конечном итоге она агрессивно вышла на международный рынок с непатентованными лекарствами после истечения срока действия международных патентов.

Индийская фармацевтическая промышленность является процветающей, технологически интенсивной отраслью, в которой наблюдается устойчивый рост на протяжении последних трех десятилетий. В ней доминируют несколько частных индийских компаний. Росту способствовала благоприятная политика правительства и ограниченная конкуренция за рубежом. Однако после либерализации индийской экономики в 1992 году индийская фармацевтическая промышленность в настоящее время вынуждена пересмотреть свои долгосрочные стратегии и бизнес-модели. С растущим признанием необходимости обеспечения защиты ценных инвестиций в НИОКР такие факторы, как защита прав интеллектуальной собственности, становятся все более значимыми. В растущем списке усилий, предпринимаемых в стране против слабой правоприменительной практики существующего законодательства в области интеллектуальной собственности, правительство Индии продвигается к установлению патентного режима, способствующего технологическому прогрессу и соответствующим ему глобальным обязательствам. Индия, подписавшая Соглашение ТРИПС с 1994 года, обязана соответствовать минимальным стандартам в отношении патентов и фармацевтической промышленности. Патентное законодательство Индии теперь должно включать положения о наличии патентов как на фармацевтические продукты, так и на технологические изобретения. Патенты должны выдаваться минимум на 20 лет на любое изобретение фармацевтического продукта или процесса, которое соответствует установленным критериям [7].

Между ПИС и экономическим процветанием существует причинно-следственная связь, но выгоды в разных странах неодинаковы. По-прежнему существуют разногласия относительно связей между защитой ПИС и экономическим ростом. Поскольку развивающиеся страны находятся на переходной стадии развития, затраты на инновации выше, чем на имитацию. Имитировать зарубежные технологии более выгодно, но надежный режим защиты прав интеллектуальной собственности будет препятствовать такому развитию событий. Есть свидетельства того, что защита прав интеллектуальной собственности препятствует благосостоянию Юга. Более того, структура рынка страны также влияет на связь между правами интеллектуальной собственности, инновациями и экономическим ростом [8].

С точки зрения здравого смысла, чтобы присоединиться к траектории экономического роста, идеальным шагом для мирового Юга должно стать изменение законов об интеллектуальной собственности по аналогии с законами стран севера. Однако эти два региона не функционируют независимо. Законы об интеллектуальной собственности мирового севера оказывают влияние на политику мирового Юга, и наоборот. Изменение любой политики приведет к изменениям на макроуровне, и странам необходимо найти баланс, соответствующий их ландшафту инноваций и роста.

Выводы

Таким образом, вопрос о том, следует ли укреплять законы об интеллектуальной собственности или нет, остается без ответа. Не существует политики экономического процветания, «универсальной для всех». Социальные, политические и демографические факторы также должны приниматься во внимание при формировании политики в отношении прав интеллектуальной собственности. Что касается заинтересованных сторон, то их выгоды и потери зависят от состояния экономики в целом. В то время как отрасли на севере могут выиграть от строгой политики в области ИС, те же заинтересованные стороны на Юге выигрывают от более мягких правил в области ИС (поскольку большинство полагается на имитацию или заимствованные технологии). Более того, развивающимся странам также необходимо учитывать временные рамки. Например, ослабление прав интеллектуальной собственности может способствовать росту в краткосрочной перспективе (для заинтересованных сторон, основанных на имитации), но в долгосрочной перспективе нанесет ущерб инновациям для предпринимательства в целом. В конечном счете, экономическое процветание не является результатом какой-либо одной политики. Скорее, это сочетание эффективных политических институтов, которые формируют политику, наиболее подходящую для экономики.

Список литературы

1. Ботуз, С. П. Методы и модели экспертизы объектов интеллектуальной собственности в сети INTERNET: в лабиринтах правовой охраны объектов интеллектуальной собственности в пространстве открытых сетевых технологий INTERNET / С. П. Ботуз. – Москва : СОЛОН-Р, 2018. – 320 с. – ISBN 5-93455-166-3.
2. Резепова, В. Е. Право интеллектуальной собственности / В. Е. Резепова. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2009. – 89 с.
3. Тюльпинова, Н. В. Защита интеллектуальной собственности и компьютерной информации / Н. В. Тюльпинова. – Саратов : Вузовское образование, 2020. – 341 с. – ISBN 978-5-4487-0611-0.
4. Цивилистическая концепция интеллектуальной собственности в системе российского права : монография / под общей редакцией М. А. Рожковой. – Москва : Статут, 2018. – 271 с. – ISBN 978-5-8354-1464-2 (в пер.).
5. Крупко, С. И. Деликтные обязательства в сфере интеллектуальной собственности в международном частном праве : монография / С. И. Крупко ; Ин-т гос. и права Рос. акад. наук. – Москва : Статут, 2018. – 279 с. – ISBN 978-5-907139-24-4.
6. Воротынцева, Т. М. Совершенствование механизмов регулирования внешней торговли в сфере интеллектуальной собственности : монография / Т. М. Воротынцева, А. П. Сумин. – Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2019. – 88 с. – ISBN 978-5-6042462-1-4.
7. Энтин, В. Л. Интеллектуальная собственность в праве Европейского Союза / В. Л. Энтин. – Москва : Статут, 2018. – 174 с. – ISBN 978-5-8354-1444-4.
8. Арзуманян, А. Б. Международные стандарты защиты интеллектуальной собственности / А. Б. Арзуманян. – Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2019. – 96 с. – ISBN 978-5-9275-32-16-2.

Е. С. Глушко

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

**Возможности выработки универсальной политики в области интеллектуальной собственности
как инструмент экономического роста**

Современные реалии действительности таковы, что необходимо учитывать важность политики в области прав интеллектуальной собственности (ПИС) и ее влияние на экономическое развитие, особенно в контексте развивающихся стран. Права интеллектуальной собственности играют ключевую роль в стимулировании инноваций и экономического роста через различные каналы, такие как международная торговля, прямые иностранные инвестиции и лицензирование научных исследований.

В статье подчеркиваются различия в воздействии политики ПИС в разных странах, которые зависят от их политических и экономических институтов. Например, более демократические страны, как показывают исследования, имеют более высокий уровень использования новейших технологий при укреплении прав интеллектуальной собственности.

В качестве примера рассмотрена область ПИС Индии, где закон о патентах 1970 года исключил фармацевтические и агрохимические продукты из сферы действия патентов с целью развития самодостаточной местной промышленности. Это привело к развитию индийской фармацевтической промышленности и созданию значительного опыта в обратном проектировании лекарств. Тем не менее, в условиях либерализации экономики с 1992 года Индия вынуждена пересматривать свои стратегии, в том числе в области интеллектуальной собственности, чтобы соответствовать международным обязательствам. В этом контексте исследованы изменения в патентном законодательстве Индии и его влияние на фармацевтическую промышленность.

Подчеркивается необходимость баланса в политике ПИС для достижения экономического роста, особенно для развивающихся стран. Отмечено, что изменения в политике ПИС одного региона могут оказать влияние на другие регионы, поэтому странам важно находить баланс между защитой интеллектуальной собственности и стимулированием инноваций и роста.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ, НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ, ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНАЯ ПОЛИТИКА, ИННОВАЦИИ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

E. S. Glushko

*Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka*

**Opportunities of the Universal Policy Development in the Field of Intellectual Property
as a Tool for Economic Growth**

The current reality is such that the importance of intellectual property rights (IPR) policies and their impact on the economic development must be taken into account, especially in the context of developing countries. Intellectual property rights play a key role in stimulating innovation and economic growth through various channels such as international trade, foreign direct investment and research licensing.

The article highlights the differences in the impact of IPR policies across countries, which depend on their political and economic institutions. For example, more democratic countries, as shown research have a higher level of use of emerging technologies while strengthening intellectual property rights.

The example of the IPR area of India is taken, where the Patent Act of 1970 excluded pharmaceutical and agrochemical products from the scope of patents with the aim of developing self-sufficient local industries. This led to the development of the Indian pharmaceutical industry and the creation of significant expertise in reverse engineering of drugs. However, with economic liberalization since 1992, India has been forced to revise its strategies, including in the area of intellectual property, to comply with international obligations. In this context, changes in Indian patent laws and their impact on the pharmaceutical industry are examined.

The need for balance in IPR policies to achieve economic growth, especially for developing countries, is emphasized. It is noted that changes in IPR policies in one region can have an impact on other regions, so it is important for countries to find a balance between protecting intellectual property and stimulating innovation and growth.

INTELLECTUAL PROPERTY, ECONOMIC GROWTH, TAXATION, MONETARY POLICY, INNOVATION, COMPETITIVENESS, RESEARCH, EXPERIMENTAL DEVELOPMENT

Сведения об авторе:

Е. С. Глушко

SPIN-код РИНЦ: 2168-2294

Телефон: +7 949 321-08-40

Эл. почта: ketkop@mail.ru

Статья поступила 18.03.2024

© Е. С. Глушко, 2024

*Рецензент: М. М. Гуменюк, канд. экон. наук, доц.,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

Л. П. Вовк, д-р техн. наук, Е. И. Кукляк

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

ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Определены основные концепции дистанционного обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования. Рассмотрены понятие, модели и характерные особенности дистанционного обучения. Приведено обоснование актуальности использования дистанционных технологий в инженерном вузе. Обозначены особенности организации учебного процесса с использованием дистанционных образовательных программ.

Ключевые слова: дистанционное обучение, эволюция развития обучения, метод обучения, образовательная программа, инженерный вуз

Введение

Стремительное развитие информационных технологий в XXI ст. привело к модернизации системы образования. Многие образовательные учреждения высшего профессионального образования с традиционной системой образования удовлетворяют спрос населения в образовательных услугах в настоящее время, используя дистанционные технологии. В Донецкой Народной Республике дистанционное обучение является вынужденной мерой, поскольку многие вузы расположены вблизи линии боевого столкновения специальной военной операции. Эта мера закреплена Распоряжением Главы ДНР № 82 от 23 марта 2023 г. «О возобновлении образовательной и научной деятельности в образовательных и научных организациях Донецкой Народной Республики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий». Дистанционное обучение в вузах – это часть системы образования Российской Федерации, которая включает нормативно-правовую базу, организационно оформленную структуру, кадровое, системотехническое, материально-техническое и финансовое обеспечение.

Множество ученых занимались вопросами улучшения дистанционного обучения: Д. Киган, Джон Уилкинсон Тейлор, Р. Деллинг, Д. Гуллер, Н. Б. Евтух, В. П. Тихомиров, Н. Г. Сиротенко и другие. Благодаря исследованиям А. А. Андреева и И. В. Налетова были разработаны новые технологии и методики совершенствования дистанционного обучения, такие как использование адаптивного обучения, персонализированных курсов, интерактивных заданий и т. д. [1–5]. Кроме известных ученых вопросами совершенствования дистанционного обучения занимаются такие мировые компании, как Zoom, Coursera, Udemy, Google Classroom и др. Каждая из этих компаний внесла значительный вклад в развитие используемых дистанционных технологий и обеспечила новые возможности для учеников и преподавателей по всему миру.

Цель исследования состоит в рассмотрении эволюции развития дистанционного обучения инженерного вуза в Донецкой Народной Республике.

Основная часть

В данном исследовании эволюция развития дистанционного обучения рассматривается на примере Автомобильно-дорожного института (филиала) Донецкого национального технического университета в г. Горловка (АДИ ДонНТУ). Дистанционное обучение в АДИ ДонНТУ

находится на достаточно высоком уровне и реализуется на практике с 2017 г. с помощью платформы MOODLE Е-АДИ. Цель создания подсистемы дистанционного обучения Е-АДИ – использование инновационных технологий обучения с текущим доступом к учебно-методическим ресурсам студентов института, оптимизация учебного процесса студентов очной и заочной формы обучения, обеспечение реализации принципов академической мобильности. Структура подсистемы дистанционного обучения имеет нормативное, техническое, программное, методическое и кадровое обеспечение. Концепция разработанной системы MOODLE Е-АДИ основывается на текущем ее использовании с возможностью дальнейшего усовершенствования. Задача, которая ставилась администрацией АДИ ДонНТУ на первом этапе внедрения подсистемы дистанционного обучения – оптимизация учебного процесса в период коронавирусной инфекции. В результате за первое полугодие работы прошли обучение и получили сертификаты разработчики дистанционных курсов – 2 преподавателя кафедры «Математическое моделирование». Было разработано 6 электронных курсов, количество зарегистрированных студентов – 102 чел. Постепенно круг задач расширился, количество пользователей увеличивалось и, соответственно, структура, администрирование и сопровождение подсистемы дистанционного обучения АДИ ДонНТУ совершенствовались. Обновлялось техническое и программное обеспечение. Были проведены курсы повышения квалификации для преподавателей – разработчиков дистанционных курсов. Создана развитая организационная структура, усовершенствовано нормативное обеспечение, налажена работа по повышению качества е-курсов, проводится ежегодная их аттестация.

С февраля 2022 г., после начала СВО администрация АДИ ДонНТУ столкнулась с решением новых вызовов, таких как: необходимость обеспечения качественного учебного процесса для всех его участников в условиях близкого нахождения вуза к линии разграничения; повышенная опасность разрушения инфраструктуры вуза; особая приемная кампания, растянутая во времени. В результате, в короткие сроки был выполнен значительный объем работ по развитию подсистемы дистанционного обучения в направлении реализации главной задачи с минимизацией рисков и материальных затрат. Во-первых проведен комплекс работ по загрузке информационной базы подсистемы в облачное хранилище. Во-вторых проведен аудит всех учебных курсов на предмет соответствия федеральным государственным образовательным стандартам.

В 2024/2025 учебных годах по статистике центра информационно-компьютерных технологий: информационная база курсов насчитывает 874 ед. (е-курсы разработаны на русском языке); количество зарегистрированных пользователей, которые активно участвуют в учебном процессе в дистанционной форме обучения – 1654 чел.; подсистема дистанционного обучения обеспечивает доступ к учебно-методическим ресурсам для всех студентов очной, очно-заочной и заочной формы обучения; количество создателей е-курсов – 101 чел.; разработаны методики и соответствующее программное обеспечение для проведения всероссийских конкурсов и олимпиад; проводятся комплексные мероприятия по защите системы от хакерских атак.

Этапы развития дистанционного обучения в АДИ ДонНТУ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы развития дистанционного обучения в АДИ ДонНТУ

Этап развития	Организационные формы обучения	Средства дидактического взаимодействия
1-е поколение (гипертексты, тексты)	Консультации, экзамены	Электронная почта
2-е поколение (учебно-методические комплексы)	Консультации, экзамены, онлайн-занятия	Онлайн-занятия, электронная почта
3-е поколение (интерактивные материалы, дидактические игры, работа с онлайн-доской)	Консультации, экзамены, онлайн-занятия, видеоконференции, онлайн-конференции с участием студентов других вузов	Мобильные портативные компьютеры, мобильные приложения, чаты, видеоконференции

Из таблицы 1 можно увидеть, что наивысшим уровнем развития является третье поколение. Данный уровень может полностью заменить студентам очное обучение без потери новых знаний и навыков. Дистанционная форма обучения АДИ ДонНТУ в г. Горловка соответствует второму поколению развития. В АДИ ДонНТУ разработаны учебно-методические комплексы, проводятся онлайн-занятия и экзамены, студенты с преподавателями могут общаться с помощью электронной почты и во время онлайн-занятий. Однако при проведении онлайн-занятий присутствуют недостатки, не снижающие качества обучения, к числу которых относятся:

- на лекционных и практических занятиях недостаточно широко используются методы, привлекающие внимание студента – презентации, фото, изображения, дидактические игры, онлайн-доски и т. д.;
- на онлайн-занятиях не всегда используются современные возможности цифровых технологий, такие как трансляция экрана, видеосвязь, интерактивное взаимодействие;
- не всегда своевременно обновляются материалы читаемых дистанционных курсов;
- в списке рекомендуемой литературы недостаточно ссылок на электронные источники, использование которых гораздо более удобно.

Для устранения перечисленных выше недостатков, предложены направления (шаги) совершенствования дистанционного обучения в АДИ ДонНТУ:

1. Доведение до студентов информации о том, что дистанционное обучение не менее важно, чем традиционное. Чтобы повысить качество дистанционного обучения, студенты должны понимать, что им необходимо больше работать самостоятельно. При этом контроль со стороны преподавателя не ослабнет (оценки, проверки, онлайн ответы и т. д.).
2. Определить минимально необходимый стандарт дистанционного обучения, базовые процедуры правил поведения студентов при дистанционном обучении.
3. Повышение интереса студентов к онлайн обучению за счет применения современных методов обучения, своевременности отображения читаемых курсов и расписания, использования интерактивных заданий. Увеличение продолжительности времени подготовки к онлайн-занятиям.
4. Повышение мотивации студентов за счет использования проблемного обучения, теории игр, мер поощрения.
5. Увеличение продолжительности времени онлайн взаимодействия через веб-камеру. Проведение как можно большего количества занятий через виртуальные комнаты, в которых преподаватель видит студентов, а студенты – друг друга. Визуальный контакт лучше всего приближает к традиционной очной форме обучения.
6. Адаптация системы контроля и оценивания для дистанционного обучения.
7. Повышение квалификации разработчиков курсов по развитию цифровых компетенций.
8. Разработка уникальных курсов по читаемым дисциплинам, а также непрерывный контроль за повышением уровня научной квалификации преподавателей.
9. Разработка сайта и использование мобильной версии системы дистанционного обучения Moodle.
10. Разработка чат-бота, при помощи которого повысится скорость коммуникации студента и преподавателя [6].

С целью ранжирования направлений усовершенствования дистанционного обучения проведен метод экспертных оценок. Для оценки была сформирована выборка, состоящая из 8 экспертов – представителей профессорско-преподавательского состава и администрации АДИ ДонНТУ, независимых друг от друга. Задачей каждого являлось оценить предложенные направления по совершенствованию дистанционного обучения по его значимости, используя 10-балльную шкалу. При проведении опроса и обработке результатов применялся метод последовательных сравнений [7]. Каждый шаг имел свой «вес», их сумма равна единице.

Степень согласованности мнений экспертов определялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n d_j^2}{n(n^2 - 1)},$$

где d_j – разница между рангами, присвоенными j -му объекту;

n – количество ранжируемых значений.

Результаты опроса отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение «веса» между шагами:

Номер шага	Вес	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Эксперт 6	Эксперт 7	Эксперт 8	Средняя оценка
1	0,05	3	5	8	1	2	7	3	2	3,88
2	0,1	9	10	8	7	9	10	10	9	9
3	0,15	4	3	8	10	6	5	10	7	6,63
4	0,1	6	7	5	7	4	9	8	6	6,5
5	0,05	4	3	4	5	1	2	4	2	3,13
6	0,15	8	9	10	5	6	9	10	5	7,75
7	0,1	7	8	9	6	7	9	10	6	7,75
8	0,1	5	6	7	8	4	9	10	7	7
9	0,1	8	10	9	8	7	10	9	8	8,63
10	0,1	7	8	9	6	7	5	10	10	7,75

Полученные баллы умножаем на вес данного параметра. Оформляем данные расчета в таблице 3.

Таблица 3 – Ранжирование мероприятий по улучшению дистанционного обучения

Номер шага	Вес	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Эксперт 6	Эксперт 7	Эксперт 8	Мак. число	Ранг
1	0,05	0,15	0,25	0,4	0,01	0,02	0,35	0,15	0,01	0,35	9
2	0,1	0,9	1	0,8	0,7	0,9	1	1	0,9	1	3–7
3	0,15	0,6	0,45	1,2	1,5	0,9	0,75	1,5	1,05	1,5	1–2
4	0,1	0,6	0,7	0,5	0,7	0,4	0,9	0,8	0,6	0,9	8
5	0,05	0,2	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,2	0,1	0,25	10
6	0,15	1,2	1,35	1,5	0,75	0,9	1,35	1,5	0,75	1,5	1–2
7	0,1	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,9	1	0,6	1	3–7
8	0,1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	0,9	1	0,7	1	3–7
9	0,1	0,8	1	0,9	0,8	0,7	1	0,9	0,8	1	3–7
10	0,1	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,5	1	1	1	3–7

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что наиболее важными направлениями по усовершенствованию дистанционного обучения являются: проведение курсов по повышению квалификации в области использования современных цифровых технологий и создание мобильного приложения для АДИ ДонНТУ. Средними по значению обладают такие мероприятия, как применение современных методов обучения, повышение мотивации студентов, разработка сайта и соответствующего чат-бота, проведение занятий с использованием аудио- и видео общения. Наименее значимыми являются следующие шаги:

разработка новых учебно-методических пособий, проведение бесед со студентами о важности дистанционного обучения и разработка базовых процедур правил поведения студентов при дистанционном обучении.

Коэффициент Спирмена принял значение $\rho = 0,874$, что свидетельствует о достаточной степени согласованности мнений экспертов.

В таблице 4 отражен календарный план реализации наиболее значимых направлений совершенствования дистанционного обучения в АДИ ДонНТУ в г. Горловка. В колонках таблицы представлены организационные мероприятия по усовершенствованию дистанционного обучения. В строках таблицы – предполагаемые сроки реализации данных шагов: 1 месяц; 6 месяцев; 1 год; 2 года.

Таблица 4 – Календарный план по совершенствованию дистанционного обучения в АДИ ДонНТУ в г. Горловка

Направления совершенствования дистанционного обучения	Календарный план			
	01.01.2025	01.07.2025	01.01.2026	01.01.2027
1. Проведение беседы со студентами о важности дистанционного обучения	+			
2. Проведение занятий с использованием аудио- и видеообщения	+			
3. Повышение квалификации по развитию цифровых компетенций			+	
4. Разработка учебно-методических пособий				+
5. Определение стандарта дистанционного обучения, правил поведения студентов	+			
6. Использование собственного мобильного приложения			+	
7. Более качественная подготовка к проведению дистанционных занятий преподавателей		+		
8. Повышение мотивации студентов		+		
9. Разработка сайта			+	
10. Разработка чат-бота			+	

По данным таблицы мы можем увидеть, что все методы совершенствования дистанционного обучения можно реализовать в ближайшее время.

Рассмотрим также некоторые экономические аспекты внедрения предлагаемых мероприятий. Исходя из анализа рынка средняя стоимость создания дизайнерского, удобного сайта составляет 50000 руб., к этому стоит добавить ежемесячные расходы на его обслуживание в размере 15000 руб. Также необходимо создать чат-бот и приложение стоимость которого составит 70000 руб., а его дополнительное обслуживание составит 20000 руб. в месяц. Таким образом, для усовершенствования дистанционного обучения необходимого 150000 руб., которые можно привлечь за счет грантовых средств, не учитывая ежемесячные расходы на обслуживание сайта, чат-бота и мобильного приложения. Если для разработки чат-бота, сайта и мобильного приложения будут привлечены студенты 4 курса специальности «Информационные системы и технологии», то возможна экономия материальных средств, в размере 120000 руб. Таким образом, для внедрения предлагаемых мероприятий необходимо выделить примерно 30000 руб., что возможно за счет использования средств специального фонда института.

Заключение

Эффективное развитие дистанционной формы высшего профессионального образования возможно только при достаточно развитом интеллектуальном, информационном и материально-техническом потенциале университета. Развитие дистанционного образования требует трансформации этих возможностей вуза в специфические образовательные продукты и услуги. Эта деятельность должна адекватно оцениваться, в том числе и в экономическом аспекте. Именно поэтому необходим постоянный мониторинг развития дистанционного образования. Дистанционное обучение в АДИ ДонНТУ находится на достаточно высоком уровне, но требует усовершенствования. При достаточном финансировании обучение может перейти на высокий уровень через небольшой отрезок времени.

Список литературы

1. Андреев, А. А. Роль и проблемы преподавателя в среде e-Learning / А. А. Андреев // Высшее образование в России. – 2010. – № 8-9. – С. 41–45.
2. Баженов, Р. И. Использование системы Moodle для организации самостоятельной работы студентов / Р. И. Баженов // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2014. – № 3(93). – С. 174–175.
3. Налетова, И. В. Изменения системы образования под влиянием онлайн-технологий / И. В. Налетова. – Гаудеамус. – 2015. – № 2(26). – С. 9–14.
4. Николаев, В. К. Экспорт образования в вузах России в условиях новой реальности / В. К. Николаев // Высшее образование в России. – 2022. – Т. 31, № 2. – С. 149–166.
5. Шестопалов, Е. В. Преимущества и недостатки дистанционного обучения / Е. В. Шестопалов, Е. В. Суворова. – Текст : электронный // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30349> (дата обращения: 23.03.2023).
6. Канава, В. Достоинства и недостатки дистанционного обучения через Интернет. В 2 частях. Часть 2 / В. Канава. – Текст : электронный // Бизнес-образование в России : [сайт]. – URL: www.curator.ru/e-learning/publications/do_minus.html (дата обращения: 21.03.2023).
7. Нагаева, И. А. Дистанционные образовательные технологии в современном образовании : монография / И. А. Нагаева. – Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 159 с. – ISBN 978-5-4475-9704-7.

Л. П. Вовк, Е. И. Кукляк

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

***федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка***

***Эволюция развития дистанционного обучения инженерного вуза
в Донецкой Народной Республике***

В России, в ДНР на данный момент остро стоит вопрос в обеспечении преподавателей и обучаемых простой системой и доступными методами обучения. Дистанционное образование стало особенно актуальным со времени пандемии COVID-19, когда все учебные учреждения были вынуждены перейти на онлайн-занятия с помощью различных платформ, мессенджеров и т. д.

Актуальность статьи состоит в описании шагов повышения удобства, качества дистанционного обучения, которые можно применить в любом вузе, колледже, школе. Они универсальны для любых образовательных учреждений, но для каждого учебного учреждения уровни качества, сроки перехода будут индивидуальны.

Цель данной работы состоит в систематизации уровней качества дистанционного обучения для усовершенствования в вузах ДНР. Рассмотрены варианты повышения уровня качества образования среди студентов автомобильно-транспортных специальностей.

Выявлены главные шаги к повышению уровня дистанционного обучения в Автомобильно-дорожном институте (филиале) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка: создание чат-бота, собственного сайта, собственного мобильного приложения, проведение курсов по повышению компьютерной грамотности, разработка новых учебно-методических пособий, более качественная подготовка занятий преподавателей, повышение мотивации студентов, создание норм поведения, общения и сдачи работ во время дистанционного обучения, проведение занятий с использованием аудио- и видеообщения, проведение беседы со студентами о важности дистанционного обучения.

В исследовании был проведен метод экспертных оценок. По его результатам были выяснены самые важные и малозначимые шаги реализации улучшения дистанционного обучения.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ОБУЧЕНИЯ, МЕТОД ОБУЧЕНИЯ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА, ИНЖЕНЕРНЫЙ ВУЗ

L. P. Vovk, E. I. Kukliak
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Evolution of the Distance Learning Development at an Engineering University
in the Donetsk People's Republic

In Russia, in the DPR there is an urgent issue of providing teachers and students with a simple system and accessible teaching methods. Distance education has become particularly relevant since the COVID-19 pandemic, when all educational institutions were forced to switch to online classes using various platforms, messengers, etc.

The relevance of the article lies in the description of steps to improve the convenience and quality of distance learning, which can be applied in any university, college, or school. They are universal for any educational institution, but for each educational institution the quality levels and transition periods will be individual.

The aim of this work is to systematize the quality levels of distance learning for improvement in the DPR universities. Options for improving the quality of education among students of automotive and transport specialties are considered.

The main steps to increase the level of distance learning at the Automobile and Road Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka are identified: creating a chat bot, own website, own mobile application, conducting courses to improve computer literacy, developing new teaching aids, better preparing teacher classes, increasing student motivation, creating standards of behaviour, communication and submitting work during distance learning, conducting classes using audio and video communication, conducting a conversation with students about the importance of distance learning.

The study used the method of expert assessments. Based on its results, the most important and insignificant steps in implementing the improvement of distance learning were identified.

DISTANCE LEARNING, LEARNING DEVELOPMENT EVOLUTION, TEACHING METHOD, EDUCATIONAL PROGRAM, ENGINEERING UNIVERSITY

Сведения об авторах:

Л. П. Вовк

SPIN-код РИНЦ: 9860-6682

Телефон: +7 949 301-98-55

Эл. почта: leonidvovk166@gmail.com

Е. И. Кукляк

Эл. почта: leonidvovk166@gmail.com

Статья поступила 04.05.2023

© Е. И. Кукляк, Л. П. Вовк, 2024

*Рецензент: О. И. Черноус, канд. экон. наук, доц.,
 Автомобильно-дорожный институт
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

АВТОРЫ ЖУРНАЛА

Бизирка И. И.	Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет им. Владимира Даля» в г. Луганск
Вовк Л. П.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Глушко Е. С.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Дариенко О. Л.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Дудникова Н. Н.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Заглада Р. Ю.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Зекун Д. Н.	ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Кисель Е. С.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Коробейник В. Г.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Кондрашева В. И.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Куляк Е. И.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Кулебякина Т. В.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Лактионов Н. М.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

- Легкий С. А. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Лобанова А. В. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Николаенко В. Л. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Николаенко Д. В. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Саиян М. М. ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
- Самисько Д. Н. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Сафонов О. В. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Сытник Е. С. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Харлова Е. И. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Химченко А. В. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», г. Воронеж
- Цибульняк Д. Р. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Чорноус О. И. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Шилин И. В. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

Редакционная коллегия рецензируемого международного научно-технического журнала *«Вестни Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute»* приглашает к сотрудничеству научных работников, аспирантов, докторантов, преподавателей учебных заведений и специалистов производства.

К опубликованию принимаются научные статьи, которые посвящены широкому спектру теоретических и практических проблем двигателестроения; автомобильного транспорта; транспорта промышленных предприятий; строительства и эксплуатации автомобильных дорог; охраны окружающей среды; экономики и управления.

Основные параметры издания:

- периодичность – 4 раза в год;
- языки издания – русский, английский.

Требования к рукописям научных статей

Текст статьи должен содержать следующие элементы: постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями; анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение поставленной проблемы, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья; формулирование цели статьи; изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов; выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

Опубликованию в журнале подлежат статьи, оригинальность основного текста которых при проверке в системе «Антиплагиат» составляет не ниже 70 %.

В редакционную коллегия подаются:

- статья;
- реферат на русском языке (объем – 2000 знаков) с ключевыми словами;
- экспертное заключение;
- сопроводительное письмо (с указанием того, что статья ранее не опубликована);
- сведения об авторах, где указываются: фамилия, имя и отчество, ученое звание, ученая степень, должность, место работы, контактные телефоны (обязательно мобильная связь), e-mail, идентификационные коды автора в наукометрических базах данных.

Оформление рукописи статьи

Материалы подаются на листах *формата* А4.

Поля зеркальные: внутри и снаружи – 20 мм, верхнее и нижнее – 25 мм.

Шрифт: Times New Roman, 12 пт.

Междустрочный интервал – одинарный.

Объем статьи – 5–10 страниц.

Ссылки на литературные источники указываются в квадратных скобках в порядке упоминания.

Формулы печатаются в редакторе формул MS Equation – 3.0 или более поздней версии. Номера выставляются в скобках с выравниванием по правому краю. Нумерация формул в пределах статьи. Стил: переменная печатается курсивом; вектор-матрица – полужирным, шрифт Times New Roman, греческие символы – обычным шрифтом. Размеры: основные символы – 12 пт; крупный индекс – 7 пт; мелкий индекс – 5 пт; крупный символ – 18 пт; мелкий символ – 12 пт. Запрещается выполнять формулы с помощью MathCAD или других аналогичных программ.

Рисунки располагаются после упоминания в тексте. Растровые иллюстрации, штриховые графические объекты, графики, диаграммы подаются в форматах *.wmf, *.jpg,

*.tif. Эти иллюстрации дополнительно сохраняются в виде отдельных файлов. При использовании форматов *.jpg, *.tif разрешительная способность должна составлять 300 – 600 dpi. Не допускается создавать рисунки в MS Word. Запрещается внедрять графические материалы в виде объектов, связанных с другими программами, например с КОМПАС, MS Excel и т. п.

Таблицы выполняются в MS Word. Заголовки таблиц включают номер в пределах статьи и название. Таблицы располагаются после упоминания в тексте.

Список литературы. Список литературы должен быть актуальным: содержать не менее 8 литературных источников не старше десяти лет, из них 3 – опубликованных за последние пять лет.

В числе источников должно быть не более 5 документов, автором или соавтором которых является сам автор.

В список желательно включать документы, тексты которых размещены в интернете.

Библиографический список составляется в порядке упоминания документов в тексте и выполняется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Рукопись статьи должна содержать:

- шифр группы научных специальностей (номенклатура научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени (Приказ Министерства образования и науки РФ от 10 ноября 2017 г. № 1093);
- УДК;
- Ф. И. О. авторов, которые печатаются в одном абзаце, через запятую, без переносов, с указанием ученой степени;
- информацию об авторах: организация, город, страна, идентификационные коды автора в наукометрических базах данных (РИНЦ SPIN-код; SCOPUS, ORCID), адрес электронной почты;
- название статьи;
- аннотацию – не более 5 строк. *Шрифт:* Times New Roman, 10 пт, курсив;
- ключевые слова;
- текст статьи;
- список литературы.

Гонорар авторам за публикацию статей не выплачивается.

Плата с авторов за опубликование рукописей не взимается.

Адрес редакционной коллегии: 284646, г. о. Горловка, г. Горловка, ул. Кирова, 51, Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка.

Контактные телефоны: +7 949 331-45-58; +7 949 318-99-61.

E-mail: vesti-adi@e.adidonntu.ru, druknf@rambler.ru

Сайт: vestnik.adidonntu.ru