

**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 Road Institute

Международный научно-технический журнал

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

№ 3(54), 2025

Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Road Institute: международный научно-технический журнал / АДИ ДонНТУ. – Горловка, 2025. – № 3(54). – 107 с.

Учредитель: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет».

Издатель: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, г. Москва, Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка.

Журнал зарегистрирован Министерством информации ДНР: 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: **2.1.** Строительство и архитектура: **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.** Транспортные системы: **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; **5.2.** Экономика: **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.

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

Редакционная коллегия

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

Зам. главного редактора: Вовк А. 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 Л. М. (д-р экон. наук, проф.); Дмитриченко Л. 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.); Лепя 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.); Башевая 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.); Черноус О. И. (канд. экон. наук, доц.); Шилин И. В. (канд. техн. наук, доц.)

Издается в соответствии с Решением ученого совета АДИ ДонНТУ. Протокол № 3 от 26.11.2025 г.

Адрес редакции: 284646, Донецкая Народная Республика, 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, drukntf@rambler.ru

Интернет: <http://ojs.donntu.ru/index.php/vestiadi>; vestnik.adidonntu.ru; <https://адидоннту.рф/>

ISSN 1990-7796 (Print)
ISSN 3034-4441 (Online)

Подписано в печать 26.11.2025 г.

Формат 60 × 84/8. Заказ № 114. Тираж 100 экз.

Печать: АДИ ДонНТУ.

Распространяется бесплатно.

© Авторы статей, 2025

© АДИ ДонНТУ, 2025

**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 Road Institute

International scientific and technical journal

Published since October 2004
Issued four times per year

№ 3(54), 2025

Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Road Institute: international scientific and technical journal / ARI DonNTU. – Gorlovka, 2025. – № 3(54). – 107 p.

Founder: Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University».

Publisher: Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Moscow, Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka.

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, social and humanitarian sciences in the following specialties: **2.1.** Construction and Architecture: **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.** Transport Systems: **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. **5.2.** Economics: **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.

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.); Bepalov V. L. (Dr. of Tech. Sc., Docent); Btratchun V. I. (Dr. of Tech. Sc., Prof.); Voloshchenko L. M. (Dr. of Econ. Sc., Prof.); Dmitrichenko L. I. (Dr. of Econ. Sc., Prof.); Drozd 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 № 3 of 26.11.2025.

Editorial address: 284646, Donetsk People's Republic, 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, druknf@rambler.ru

Интернет: <http://ojs.donntu.ru/index.php/vestiadi>; vestnik.adidonntu.ru; <https://адидоннту.рф/>

ISSN 1990-7796 (Print)
ISSN 3034-4441 (Online)

Signed for posting and printing 26.11.2025.

Format 60 × 84/8. Order № 114. Circulation of 100 copies.

Printed: ARI DonNTU.

Distributed free of charge.

© Authors, 2025

© ARI DonNTU, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ТРАНСПОРТ	7
<i>И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, С. В. Сегедин, А. А. Пташинский</i>	
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛУГ АВТОСЕРВИСА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ.....	7
<i>В. А. Пантюхов, А. А. Ванин</i>	
РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ.....	12
<i>Н. В. Юшков</i>	
ОБ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСАХ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ	19
<i>А. П. Вовк, Е. С. Кисель</i>	
КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ВЕТРОВОГО СТЕКЛА АВТОМОБИЛЯ.....	31
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ	40
<i>В. В. Губа, К. Р. Губа, А. Н. Третьякова</i>	
К ВОПРОСУ СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	40
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	51
<i>Е. Ю. Руднева, О. Л. Дариенко, Д. С. Борисов</i>	
СОЦИАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДОНБАССА: НА ПРИМЕРЕ ГРАНТОВОГО ПРОЕКТА ДЛЯ МОЛОДЕЖИ.....	51
<i>Т. В. Стажок, Н. И. Гулейчук</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАХТНЫХ ВОД ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДОНБАССА	58
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	64
<i>О. И. Черноус, Е. П. Мельникова</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В ОРГАНИЗАЦИИ.....	64
<i>Н. В. Гуменюк, Р. А. Маелиханов</i>	
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРАВИЛАМИ РАБОТЫ С КОРПОРАТИВНЫМИ КЛИЕНТАМИ.....	76
<i>М. В. Жаболенко</i>	
СИЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МАРКЕТИНГА В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	88
<i>Н. Э. Пешкова</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ЗАДАЧЕ ГЕЙМИФИКАЦИИ HR-ПРОЦЕССОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	94

TABLE OF CONTENTS

TRANSPORT	7
<i>I. F. Voronina, F. M. Sudak, S. V. Segedin, A. A. Ptashinskii</i>	
SERVICE QUALITY ASSESSMENT AT AUTOMOBILE REPAIR ENTERPRISES BASED ON INTEGRAL INDICATOR.....	7
<i>V. A. Pantiukhov, A. A. Vanin</i>	
DEVELOPMENT OF THE ROBOTIC FIREFIGHTING VEHICLE BASED ON DOMESTIC COMPONENTS.....	12
<i>N. V. Iushkov</i>	
CURRENT ISSUES OF TRAFFIC MANAGEMENT IN URBAN AREAS.....	19
<i>L. P. Vovk, E. S. Kisel</i>	
FINITE ELEMENT MODEL OF THE AUTOMOBILE WINDSHIELD.....	31
HIGHWAY CONSTRUCTION AND MAINTENANCE	40
<i>V. V. Guba, K. R. Guba, L. N. Tretiakova</i>	
STABILIZATION OF THE ROAD BED WATER-THERMAL REGIME.....	40
ENVIRONMENT PROTECTION	51
<i>E. Iu. Rudneva, O. L. Darienko, D. S. Borisov</i>	
SOCIAL DESIGN AS A TOOL FOR ENVIRONMENTAL REHABILITATION OF DONBASS: A GRANT PROJECT FOR YOUNG PEOPLE AS AN EXAMPLE.....	51
<i>T. V. Stazhok, N. I. Guleichuk</i>	
THE USE OF MINE WATERS TO REDUCE WATER SHORTAGE IN AGRICULTURE IN DONBASS.....	58
ECONOMICS AND MANAGEMENT	64
<i>O. I. Chornous, E. P. Melnikova</i>	
IMPROVEMENT OF THE MECHANISM AND METHODS OF INCREASING LABOUR PRODUCTIVITY AND WAGES IN AN ORGANIZATION.....	64
<i>N. V. Gumeniuk, R. A. Mavlikhanov</i>	
INFORMATION SUPPORT DEVELOPMENT OF THE BUSINESS RULES MANAGEMENT SYSTEM FOR WORKING WITH CORPORATE CLIENTS.....	76
<i>M. V. Zhabolenko</i>	
THE POWER OF INTELLIGENT MARKETING IN THE DIGITAL AGE.....	88
<i>N. E. Peshkova</i>	
MATHEMATICAL MODEL OF THE RESOURCE ALLOCATION IN THE PROBLEM OF THE HR PROCESSES GAMIFICATION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES.....	94

ТРАНСПОРТ

УДК 629.083

**И. Ф. Воронина, канд. техн. наук, Ф. М. Судак, канд. техн. наук,
С. В. Сегедин, А. А. Пташинский**

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

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛУГ АВТОСЕРВИСА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

Предложена методика комплексной оценки качества обслуживания автосервисного предприятия с использованием интегрального показателя, основанного на статистике обращений клиентов, жалоб, рекламаций, соблюдения сроков ремонта и качества коммуникации. Методика апробирована на массиве данных заказ-нарядов, а результаты подтверждают ее применимость для малых автосервисов.

***Ключевые слова:** автосервис, качество обслуживания, интегральный показатель, повторное обращение, рекламация, удовлетворенность клиентов*

Введение

Современный рынок автосервисных услуг характеризуется высокой конкуренцией и ростом требований клиентов к качеству обслуживания. От эффективности организации процесса – соблюдения сроков ремонта, прозрачности стоимости и уровня коммуникации зависит лояльность клиентов и операционная устойчивость предприятия. Наблюдаемая динамика рынка подчеркивается в современных исследованиях [1, 2].

В этих условиях особенно важной становится необходимость опираться на объективные данные, позволяющие оценивать качество обслуживания не по отдельным случаям, а по общей картине работы предприятия. Для малых сервисных предприятий отсутствие систематизированной оценки качества остается распространенной проблемой: работа оценивается по отдельным жалобам или субъективным мнениям персонала, что не позволяет выявлять тенденции и системные проблемы [3].

Анализ публикаций

В научных публикациях последних лет отмечается необходимость использования статистических методов оценки качества услуг на основе фактического поведения клиентов (частоты обращений, рекламаций, отказов) [4, 5].

Также признается эффективность интегральных моделей, позволяющих объективизировать оценку качества и сопоставлять периоды работы сервиса [6, 7]. На практике ключевыми индикаторами качества обслуживания являются сроки выполнения работ, корректность сметы, повторные обращения и жалобы – это подтверждается современными отечественными и зарубежными исследованиями.

Кроме того, авторы указывают, что регулярный анализ таких показателей позволяет своевременно выявлять системные нарушения в организации обслуживания и обосновывать необходимость управленческих изменений.

Целью исследования является разработка и апробация методики интегральной оценки качества обслуживания автосервисного предприятия на основе объективных статистических данных об обращениях клиентов, позволяющей отслеживать изменения ключевых показателей, выявлять проблемные зоны в организации работ и определять направления для повышения качества обслуживания.

Методика и результаты исследования

Исследование выполнено на основе анализа 210 заказ-нарядов автосервисного предприятия несетевой структуры (г. Краснодар) за период январь – июнь 2024 г.

Исходные данные включали:

- фактические сроки ремонта;
- повторные обращения по одной неисправности;
- корректность предварительной и итоговой сметы;
- жалобы и рекламации;
- оценку качества коммуникации с клиентом.

Для каждого заказ-наряда фиксировались основные этапы взаимодействия: приемка автомобиля, согласование работ, выполнение ремонта, выдача и возможные последующие обращения. Это позволило анализировать не только конечный результат, но и отдельные элементы процесса, влияющие на итоговое качество обслуживания (таблица 1).

Данные учитывались вручную, поскольку предприятие не использует CRM-системы, что типично для малых автосервисов и затрудняет автоматизированный контроль качества [5]. Такой подход, при всех его ограничениях, отражает реальную практику большинства небольших сервисных предприятий и подчеркивает необходимость простой и доступной методики оценки.

Таблица 1 – Распределение ключевых проблем обслуживания (по анализу обращений)

Причина обращения	Доля обращений (%)
Превышение сроков ремонта	43–46
Повторная неисправность	22–25
Несоответствие предварительной и итоговой сметы	15–18
Недостаточное информирование клиента	10–14

Изучение заказ-нарядов показало, что 69,6 % обращений были первичными, а 30,4 % – повторными, что является чувствительным индикатором качества организационных процессов [4]. Повторная часть выборки в основном была связана с несоблюдением сроков, неполным устранением неисправности или расхождениями между предварительной и итоговой сметой. Такая структура поступающих заказов указывает на наличие системных проблем в управлении процессом ремонта и подчеркивает необходимость регулярного мониторинга ключевых показателей качества.

Определение частных показателей качества

На основе анализа обращений были выделены частные показатели качества обслуживания:

- P_1 – соблюдение сроков ремонта;
- P_2 – доля повторных обращений;
- P_3 – корректность сметы;
- P_4 – качество коммуникации;
- P_5 – отсутствие жалоб и рекламаций.

Для определения весовых коэффициентов была использована процедура экспертной оценки. В качестве экспертов выступили сотрудники предприятия, непосредственно вовлеченные в организацию обслуживания: мастер-приемщик и старший механик. Дополнительно в обсуждении участвовал директор предприятия как административный эксперт. Каждый из участников распределил весовые коэффициенты между показателями по степени их значимости, после чего оценки были усреднены и приведены к нормированному виду.

Интегральный показатель качества

Интегральный показатель был рассчитан по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^5 w_i \cdot P_i, \quad (1)$$

где w_i – весовой коэффициент i -го показателя,

P_i – нормированное значение показателя.

Максимальное значение $Q = 1$ соответствует наилучшему качеству обслуживания.

Данная формула применяется в моделях, основанных на оценке качества услуг по совокупности показателей [6, 7].

Результаты исследования

Изучение заказ-накладных показало, что 69,6 % обращений были первичными, а 30,4 % – повторными, что является чувствительным индикатором качества организации процессов сервиса.

После внедрения организационных мер контроля (предварительной сметы, чек-листа приемки и выдачи автомобиля, фиксирования жалоб и мониторинга сроков) отмечено улучшение значений частных показателей качества обслуживания.

По сравнению с исходным периодом:

- снизилась доля повторных обращений с 30,4 % до 20,1 % (рисунок);
- уменьшилось количество жалоб на нарушение сроков ремонта;
- сократилось число расхождений между предварительной и итоговой сметой;
- улучшилось информирование клиентов;
- выросла доля работ, выполненных без последующих рекламаций.

Для количественного подтверждения этих изменений были рассчитаны нормированные значения частных показателей качества (P_1 – P_5), представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Частные показатели качества обслуживания до и после внедрения мер

Показатель	Обозначение	До внедрения	После внедрения
Соблюдение сроков ремонта	P_1	0,54	0,71
Доля повторных обращений (обратная величина)	P_2	0,70	0,80
Корректность предварительной и итоговой сметы	P_3	0,62	0,78
Качество коммуникации с клиентом	P_4	0,68	0,82
Отсутствие жалоб и рекламаций	P_5	0,66	0,83

На основе полученных значений был рассчитан интегральный показатель качества обслуживания Q (1). Итоговые значения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения интегрального показателя качества Q

Период	Значение Q
До внедрения организационных мер	0,63
После внедрения организационных мер	0,78

Рост интегрального показателя с 0,63 до 0,78 подтверждает улучшение ключевых характеристик обслуживания и согласуется со снижением доли повторных обращений (с 30,4 % до 20,1 %) и уменьшением числа жалоб на нарушение сроков ремонта.

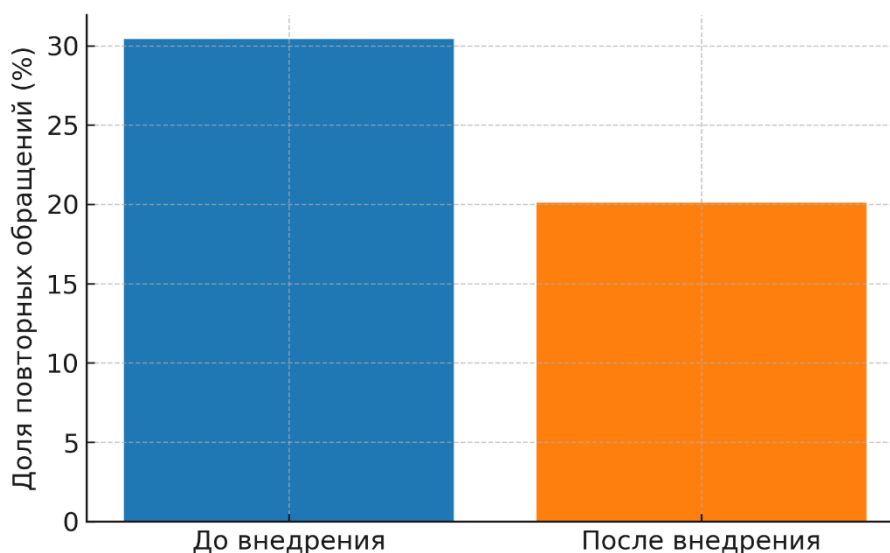


Рисунок – Доля повторных обращений до и после внедрения организационных мер

Выводы

Разработана и апробирована методика интегральной оценки качества обслуживания на основе объективных статистических данных об обращениях клиентов, что подтверждает ее применимость в условиях работы малых автосервисных предприятий.

Применение методики позволило оценить динамику ключевых показателей качества и выявить изменения, произошедшие после внедрения организационных мер, что обеспечило более точное представление о состоянии процесса обслуживания.

Рост интегрального показателя качества обслуживания автосервисного предприятия (с 0,63 до 0,78) подтвердил результативность проведенных мероприятий и показал, что методика позволяет своевременно выявлять области, требующие дальнейшего улучшения.

Список литературы

1. Гудкова, О. Е. Анализ тенденций и перспективных направлений деятельности предприятий по техобслуживанию и ремонту автотранспорта / О. Е. Гудкова. – Текст : электронный // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. – 2025. – № 1(52). – С. 87–94. – (Серия 1: Экономика и управление). – DOI 10.21777/2587-554X-2025-1-87-94. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tendentsiy-i-perspektivnyh-napravleniy-deyatelnosti-predpriyatiy-po-tehobsuzhivaniyu-i-remontu-avtotransporta/viewer> (дата обращения: 17.10.2025).
2. Блаженкова, Т. А. Факторы и тенденции восстановления и развития рынка автосервисных услуг / Т. А. Блаженкова. – Текст : электронный // Вестник гражданских инженеров. – 2024. – № 4(105). – С. 89–96. – DOI 10.23968/1999-5571-2024-21-4-89-96. – URL: <https://vestnik.spbgasu.ru/article/factory-i-tendencii-vosstanovleniya-i-razvitiya-rynka-avtoservisnyh-uslug> (дата обращения: 20.10.2025).
3. Батагов, В. А. Современные проблемы рынка автотранспортных услуг в РФ: анализ и перспективы роста / В. А. Батагов, Р. М. Устаев, В. Ю. Макарьева. – Текст : электронный // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2023. – № 3(96). – С. 27–34. – DOI 10.37493/2307-907X.2023.3.3. – URL: <https://dspace.ncfu.ru/bitstream/20.500.12258/24524/1/27-34.pdf?ysclid=mi3nt5b26n600796413> (дата обращения: 21.10.2025).
4. Пшеницин, В. В. Управление качеством услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей / В. В. Пшеницин, О. М. Кирасилов. – Текст : электронный // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 1(8). – Январь – март. – С. 1–7. – URL: <http://e-journal.omgau.ru/index.php/2017/1/35-statya-2017-1/778-00305> (дата обращения: 22.10.2025).
5. Карагодин, В. И. Классификация клиентов при оценке качества услуг автосервиса / В. И. Карагодин, Л. Л. Зиманов. – Текст : электронный // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2024. – № 2(68). – С. 49–55. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-klientov-pri-otsenke-kachestva-uslug-avtoservisa/viewer> (дата обращения: 23.10.2025).
6. Шишканов, Р. А. Оценка качества сервисного обслуживания автомобилей / Р. А. Шишканов. – Текст : электронный // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2008. – № 5(24). – С. 94–96. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12950432&ysclid=mi3pdu0beg568603971> (дата обращения: 24.10.2025).

7. Сертификация услуг автосервисов СТО : [Система добровольной сертификации «Национальный Стандарт Качества», регистрационный номер в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии: РОСС RU.31367.04ИАШО от 24.07.2015]. – Текст : электронный // Национальный Стандарт Качества [сайт]. – URL: <https://www.sdsnsk.ru/sertifikatsiya/avtoservisov-i-sto?ysclid=mi3pkyo68p520352678> (дата обращения: 27.10.2025).

И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, С. В. Сегедин, А. А. Пташинский
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Оценка качества услуг автосервиса на основе интегрального показателя

Автосервисные предприятия в условиях роста конкуренции и повышения требований клиентов нуждаются в объективных методах оценки качества обслуживания. Традиционно анализ качества ограничивается разбором отдельных жалоб, что не позволяет выявлять тенденции и системные отклонения. В статье представлена разработанная и прошедшая апробацию методика интегральной оценки качества обслуживания на основе статистических данных об обращениях клиентов, позволяющая комплексно оценить работу сервиса.

Исследование выполнено на материале 210 заказ-нарядов автосервиса, включающих сведения о соблюдении сроков ремонта, повторных обращениях, корректности сметы, жалобах и качестве коммуникации. На основе этих данных выделены частные показатели качества, для которых определены весовые коэффициенты методом экспертной оценки. Расчет интегрального показателя показал снижение доли повторных обращений, уменьшение числа жалоб, повышение точности смет и улучшение информирования клиентов. Полученные результаты подтверждают, что предложенная методика позволяет отслеживать изменения качества обслуживания и выявлять направления организационного улучшения.

АВТОСЕРВИС, КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ, ПОВТОРНОЕ ОБРАЩЕНИЕ, РЕКЛАМАЦИЯ, УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ КЛИЕНТОВ

I. F. Voronina, F. M. Sudak, S. V. Segedin, A. A. Ptashinskii
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka
Service Quality Assessment at Automobile Repair Enterprises Based on Integral Indicator

Automotive service enterprises operating in a competitive environment require objective methods for evaluating service quality. Traditionally, quality assessment is limited to the analysis of individual complaints, which does not allow to identify trends or systemic deviations. This article presents a method of the service quality integral assessment based on statistical data from customer service records, enabling a comprehensive evaluation of the service performance.

The study is based on 210 service orders containing information on repair deadlines, repeat visits, estimate accuracy, customer complaints, and communication quality. On this basis, several partial quality indicators were identified, and their weight coefficients were determined using an expert assessment method. The calculation of the integral indicator showed a reduction in the proportion of repeat visits, fewer complaints, improved estimate accuracy, and better customer communication. The results confirm that the proposed method makes it possible to monitor changes in service quality and identify areas for organizational improvement.

AUTOMOTIVE SERVICE, SERVICE QUALITY, INTEGRAL INDICATOR, REPEAT CONTACTS, COMPLAINT, CUSTOMER SATISFACTION

Сведения об авторах:

И. Ф. Воронина

SPIN-код РИНЦ: 4721-2571
AuthorID: 872069
Телефон: +7 949 425-11-65
Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

Ф. М. Судак

SPIN-код РИНЦ: 1040-7576
AuthorID: 1067000
Телефон: +7 8564 55-29-82
Эл. почта: fmsudak@mail.ru

С. В. Сегедин

Эл. почта: voronina.adi@mail.ru
А. А. Пташинский
Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

Статья поступила 28.10.2025

© И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, С. В. Сегедин, А. А. Пташинский, 2025

Рецензент: Е. С. Сытник, канд. техн. наук,

Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

В. А. Пантюхов, А. А. Ванин

**Государственное бюджетное учреждение
«Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк**

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Представлены результаты разработки мобильной роботизированной платформы пожаротушения, полностью созданной на базе отечественных комплектующих. Предложены принципы построения системы, особенности применения российских технологий в механической, электротехнической и программной частях изделия. Отмечена значимость проекта в контексте импортозамещения и обеспечения технологической независимости в области разработки пожарной техники.

Ключевые слова: роботизированная система, пожаротушение, отечественные комплектующие, импортозамещение, МЧС, безопасность, модульность

Введение

В современных условиях усложнения инфраструктуры современного города особое внимание уделяется повышению эффективности и безопасности пожаротушения. Общепринятые методы ликвидации возгораний сопряжены с высоким риском для личного состава пожарных подразделений, что обусловило развитие автоматизированных и роботизированных систем пожаротушения, способных выполнять задачи в опасных для человека условиях.

Проблема импортозависимости, наблюдаемая в большинстве высоких технологий, эффективно решается благодаря применению отечественных компонентов и технологий. Это не только укрепляет позиции российского машиностроения, но и создает новые рабочие места и возможности для инженеров и разработчиков. Система обучения и поддержки, которая может быть создана вокруг роботизированной платформы пожаротушения, позволит более эффективно использовать новые технологии в экстренных ситуациях, предоставляя дополнительную подготовку службам, работающим с данной техникой.

В последние годы в России особое значение приобрела задача перехода к полностью отечественной компонентной базе в машиностроении, электронике и системах управления. Это связано не только с геополитической обстановкой в мире, но и с необходимостью обеспечения надежности поставок, совместимости оборудования и поддержки национальных производителей.

Во исполнение Указа Президента [1] и с учетом Концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года от 16.08.2016 г. [2] (задач обеспечения необходимого уровня защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров, одной из которых является разработка и внедрение современных средств и технологий обеспечения пожарной безопасности) перед «Проектно-конструкторским технологическим институтом» (г. Донецк) была поставлена непростая задача разработки оборудования для пожаротушения, ближайшим аналогом которого является робототехнический комплекс Ель-4 [3]. Одним из основных требований к разработке было максимальное применение отечественных комплектующих, по сравнению с комплексом Ель-4, где значительную часть составляют узлы и механизмы зарубежного производства.

Разработка роботизированной платформы пожаротушения на основе российских комплектующих стала фактической реализацией этих приоритетов, объединив инженерные решения, разработанные в отечественных научно-технических центрах и на промышленных предприятиях.

Цель разработки – создание роботизированной платформы пожаротушения, функционирующей на российских компонентах механического, электронного и программного уровней, способной выполнять задачи по подаче огнетушащих веществ и мониторингу очагов возгорания в условиях ограниченной видимости и повышенной температуры.

Основные задачи включали:

- интеграцию отечественных агрегатов, узлов, компонентов гидравлических систем приводов и управления ими;
- уменьшение количества электрических двигателей и электроприводов, что дает возможность уйти от агрегатной цепочки: силовая установка – генератор – накопитель энергии;
- интеграцию отечественных электродвигателей, редукторов и элементов ходовой части;
- использование российских микроконтроллеров и систем управления движением;
- разработку программного обеспечения на базе отечественной операционной системы реального времени;
- обеспечение совместимости с российскими навигационными средствами (ГЛОНАСС);
- создание модульной архитектуры для последующего наращивания функционала.

Решение этих задач позволяет уменьшить габариты изделия и его стоимость, а также перейти к построению систем с гидравлическими модульными приводами и системами управления ими отечественных производителей.

Конструктивные и технические решения

Платформа обладает возможностью интеграции с системами мониторинга и управления на уровне городских служб, что представляет дополнительную ценность в борьбе с огнем.

Модульный подход к проектированию платформы не ограничивается лишь существующими функциями. Возможность добавления новых модулей, таких как системы для работы в условиях низких температур или с различными огнетушащими средствами, открывает перспективы для расширения функционала в соответствии с новыми требованиями и вызовами.

При проектировании платформы учитывались требования, изложенные в государственных стандартах на мобильные робототехнические комплексы пожаротушения [4]. Разрабатываемая платформа выполнена в модульной конфигурации. Общая ее компоновка представлена на рисунке 1.

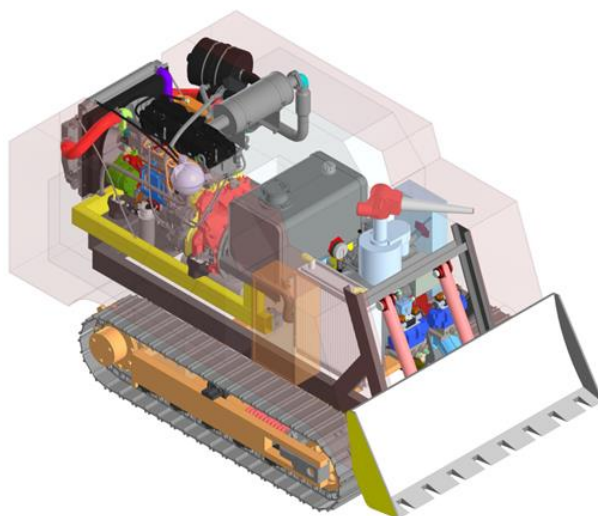


Рисунок 1 – Общая компоновка разрабатываемой платформы пожаротушения

Конструкция платформы включает:

1. Ходовую часть – гусеничное шасси с мотор-редукторами отечественного производства. Сборную конструкцию на металлических гусеницах с регулируемым гидроприводом и грузоподъемностью от 3 до 12 тонн типа ТГМ-3000 – ТГМ-12000 [5], выпускаемых и поставляемых группой челябинских тракторостроительных заводов (рисунок 2).

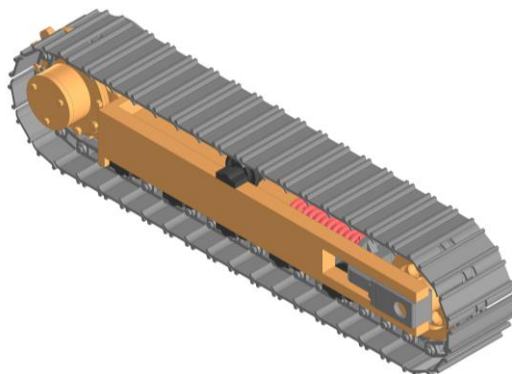


Рисунок 2 – Гусеничное шасси

2. Систему управления, навигационно-связной модуль – микроконтроллер на базе российского процессора, обеспечивающий регулировку скорости и синхронизацию. Насосный блок гидравлических аксиальных насосов с регулируемыми характеристиками, устанавливается непосредственно на переходной редуктор от силового агрегата, в качестве которого применен полнокомплектный модуль на базе дизельного двигателя мощностью 100 кВт [6], Ярославского моторного завода (рисунок 3).

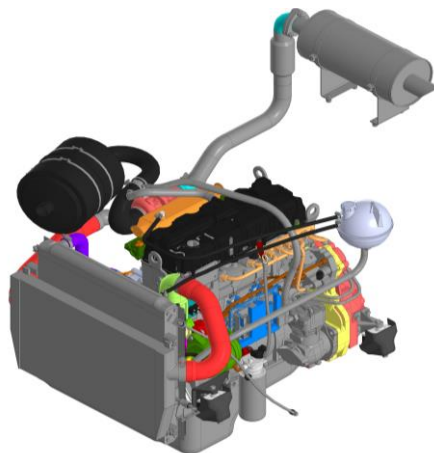


Рисунок 3 – Дизельный двигатель Ярославского моторного завода

3. Все системы подачи тушащей жидкости (насосный блок и электромагнитные клапаны) отечественной конструкции. Применены насосы только отечественного производства НЦПН-20/100 [7] и НЦПН-40/1000 (рисунок 4).

4. Программно-аппаратный комплекс управления – использована отечественная операционная система реального времени, устойчивая к помехам и температурным воздействиям. Все ключевые элементы механики, электроники и программного обеспечения выбраны из числа российских производителей и поставщиков, что позволило достичь 100 % импортонезависимости критических узлов.

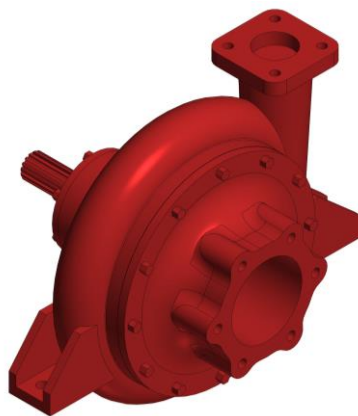


Рисунок 4 – Насос НЦПН-40/1000

Преимущества применения отечественных комплектующих

Использование российских компонентов обеспечивает технологическую независимость, сервиспригодность, снижение стоимости жизненного цикла, гибкость модернизации и поддержку отечественной промышленности. Это формирует основу для масштабного внедрения аналогичных систем в смежных отраслях. Применение отечественных материалов предоставляет технологические возможности изготовления роботизированных комплексов на предприятиях общего машиностроения.

Использование российских компонентов обеспечивает ряд важных преимуществ:

- **Технологическую независимость.** Дает возможность серийного производства без зависимости от внешних поставок и санкционных рисков.

- **Сервиспригодность.** Наличие производственных мощностей и сервисных центров на территории Российской Федерации позволяет проводить ремонт и модернизацию без привлечения зарубежных специалистов.

- **Снижение стоимости жизненного цикла.** Использование отечественных комплектующих уменьшает расходы на логистику, обслуживание и замену элементов.

- **Гибкость модернизации.** Открытая архитектура управления позволяет интегрировать новые модули, разработанные в России (тепловизоры, системы распознавания, датчики утечек).

- **Поддержку отечественной промышленности.** Проект способствует развитию кооперации между предприятиями электронной, машиностроительной и приборостроительной отраслей.

Использование отечественных комплектующих играет решающую роль в формировании современного подхода к разработке и внедрению технологий. Такой подход помогает не только снижать зависимость от иностранных поставок, но и развивать внутренние ресурсы и потенциал экономики. Поддержка отечественной промышленности, гибкость в модернизации и высокая сервиспригодность оборудования создают основу для формирования долгосрочных стратегий в области пожарной безопасности и экстренного реагирования.

Перспективы развития

В дальнейшем планируется реализация модуля автоматического распознавания очага возгорания, интеграция с системами удаленного мониторинга с применением воздушных дронов и систем ретрансляции и наблюдения (с их применением), и расширение линейки платформ на основе отечественных компонентов и материалов.

Разработка роботизированного транспортного средства пожаротушения с использованием отечественных комплектующих открывает новые перспективы не только в области борьбы с огнем, но и в применении высоких технологий для повышения безопасности и эффективности на различных уровнях.

1. Реализация модуля автоматического распознавания очага возгорания

Одним из наиболее значимых этапов является внедрение модуля автоматического распознавания очага возгорания. Эта система будет основываться на современных алгоритмах машинного обучения и искусственного интеллекта. Ключевые компоненты данного модуля включают в себя:

– Сенсоры и камеры: установка тепловизионных и оптических камер, способных фиксировать даже малейшие изменения температуры и задымление, позволит платформе эффективно сканировать пространство и быстро идентифицировать очаги возгорания.

– Анализ данных: алгоритмы обработки изображений могут сравнивать текущее состояние среды с эталонными моделями, выявляя аномалии и предсказывая потенциальные угрозы.

– Интеллектуальные системы оповещения: после определения возгорания система будет способна не только уведомлять операторов, но и автоматически инициировать первую стадию тушения, активируя соответствующие системы.

Таким образом, автоматизированный модуль распознавания значительно повысит скорость реакции на возгорания и уменьшит риск нанесения ущерба.

2. Интеграция с системами удаленного мониторинга

Разработка систем удаленного мониторинга является еще одним важным направлением. Она дает возможность применения таких технологий, как:

– Наблюдение с воздуха: использование беспилотных летательных аппаратов (дронов) для мониторинга ситуации с воздуха позволит получать актуальные данные о пожаре в реальном времени, что особенно важно в условиях ограниченной видимости.

– Связь и координация: дроны будут оснащены системами связи и передачи данных, что позволит координировать действия операторов платформы, оперативно передавая информацию с места событий. Это будет особенно важно в экстренных ситуациях, когда каждое мгновение на счету.

При помощи интеграции таких дронов в систему мониторинга можно создать надежную сеть для обнаружения и оценки угроз, что в свою очередь увеличивает шансы на успешное тушение пожара.

3. Системы ретрансляции и наблюдения

Важным аспектом является создание системы ретрансляции информации. Это включает в себя:

– Мобильные пункты связи: дроны могут выполнять функции ретрансляторов, увеличивая радиус действия телекоммуникационных систем в условиях сильного задымления или повреждения наземных линий связи.

– Непрерывный поток информации: установка на платформе модулей, которые могут отслеживать основные показатели (температуру, уровень дыма и т. д.), и передавать их в централизованную систему, позволит операторам принимать более взвешенные решения.

Такой подход будет способствовать более слаженной работе экстренных служб и позволит лучше контролировать пожарную ситуацию.

4. Расширение линейки платформ

Важной частью будущего развития является расширение линейки платформ на основе отечественных комплектующих и технологий. Это может включать:

– Специализированные решения: разработка различных моделей платформ, адаптированных для различных видов тушения (лесные пожары, городская инфраструктура, промышленные объекты). Каждая версия будет учитывать специфику и требования того или иного типа возгораний.

- Модульность конструкции: конструкцию платформ можно будет модифицировать, добавляя или убирая определенные модули, что обеспечит большую гибкость и возможность адаптации к новым условиям или технологиям.
- Синергию с новыми технологиями: интеграция с другими современными технологиями, такими как блокчейн для отслеживания.

Вывод

Создание роботизированной платформы пожаротушения на базе отечественных комплектующих дает возможность реализовать высокий потенциал российских технологий в области робототехники, электроники и программных систем управления. Применение полностью российских компонентов позволило обеспечить независимость разработки, снизить эксплуатационные риски и повысить надежность оборудования.

Создание роботизированной платформы пожаротушения на базе отечественных комплектующих является важным шагом в направлении обеспечения безопасности и технологического суверенитета России. Этот проект не только демонстрирует высокие возможности отечественных технологий в области робототехники и электроники, но и укрепляет уверенность в том, что Россия способна разрабатывать и производить современные, эффективные и надежные системы для борьбы с пожарами, которые отвечают самым высоким требованиям времени.

Список литературы

1. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года : указ Президента РФ от 01.01.2018 № 2 : редакция от 01.01.2018. – Текст. Изображение : электронные // Контур Норматив : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=450920> (дата обращения: 06.10.2025).
2. Борисов, Т. МЧС приняла концепцию развития робототехники / Т. Борисов. – Текст : электронный // Российская газета : [интернет-портал газеты]. – 2016. – 15 августа. – № 181(7049). – URL: <https://rg.ru/2016/08/15/mchs-priniala-koncepciiu-razvitiia-robototehniki.html> (дата обращения: 07.10.2025).
3. «Ель-4» : [Мобильный роботизированный комплекс среднего класса]. – Текст. Изображение : электронные // Рувики : [Интернет-энциклопедия]. – URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/Ель-4> (дата обращения: 08.10.2025).
4. ГОСТ 35035-2023. Техника пожарная. Мобильные робототехнические комплексы пожаротушения. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний : межгосударственный стандарт : издание официальное : внесен Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 274 «Пожарная безопасность» : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 17.11.2023 г. № 167-П : дата введения от 14.03.2024 № 13 : введен в качестве национального стандарта Российской Федерации 01.07.2025 г. : введен впервые / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – Москва : Российский институт стандартизации, 2024. – URL: meganorm.ru/Data/823/82386.pdf (дата обращения: 09.10.2025). – Текст : электронный.
5. Тележка гусеничная ТГМ-12000. – Текст. Изображение : электронные // Global Resources : [сайт]. – URL: <https://глобалрес.рф/catalog/gusenichnye-telezhki/telezhka-gusenichnaya-tgm-12000/?ysclid=misu9m2fra120685691> (дата обращения: 10.10.2025).
6. Двигатели ЯМЗ 534 : [каталог]. – Текст. Изображение : электронные // ЯМЗ : [сайт]. – URL: <https://www.ymzmotor.ru/catalog/dvigateli/ymz-530/534/?ysclid=misn7xkwq0354257138> (дата обращения: 13.10.2025).
7. Насос пожарный центробежный нормального давления НЦПН-20/100. – Текст. Изображение : электронные // Российские противопожарные системы : [сайт]. – URL: <https://rosfiresystem.ru/magazin-2/product/nasos-pozharnyy-centrovezhnyy-normalnogo-davleniya-ncpn-2010?ysclid=misn9m3h8o424174367> (дата обращения: 14.10.2025).

В. А. Пантюхов, А. А. Ванин
Государственное бюджетное учреждение
«Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Разработка роботизированного транспортного средства пожаротушения
на базе отечественных комплектующих

Объектом исследования и разработки является мобильная роботизированная платформа для ликвидации возгораний. Цель работы – создание функционирующего образца платформы, полностью основанного на российских механических, электронных и программных компонентах, способной работать в условиях повышенной температуры и ограниченной видимости.

Методология проведения работы базировалась на принципах модульного проектирования и системной интеграции. Были применены методы импортозамещения, заключающиеся в подборе и адаптации отечественных комплектующих: гусеничного шасси ТГМ, дизельного двигателя Ярославского моторного завода, насосов НЦПН, лафетных стволов ЛСД, российских микроконтроллеров и операционной системы реального времени. Для управления использованы средства навигации ГЛОНАСС.

Результатом работы является разработанная роботизированная платформа пожаротушения, обеспечившая 100 % импортонезависимость критических узлов. Новизна заключается в комплексной отечественной реализации механической, электротехнической и программной частей изделия. Область применения результатов – оснащение платформами подразделений МЧС и служб экстренного реагирования для повышения безопасности и эффективности тушения пожаров.

Рекомендации по внедрению включают серийное производство на предприятиях общего машиностроения Российской Федерации. Экономическая значимость работы выражена в снижении стоимости жизненного цикла, логистических издержек и рисков, связанных с внешними поставками. Прогнозные предположения касаются совершенствования платформы: интеграции модулей автоматического распознавания очагов возгорания на базе искусственного интеллекта, систем удаленного мониторинга с использованием дронов и расширения линейки специализированных моделей.

РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА, ПОЖАРОТУШЕНИЕ, ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ, ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, МЧС, БЕЗОПАСНОСТЬ, МОДУЛЬНОСТЬ

V. A. Pantiukhov, A. A. Vanin
State Budget Institution "Design and Engineering Technological Institute", Donetsk
Development of the Robotic Firefighting Vehicle Based on Domestic Components

The object of the research and development is a mobile robotic platform for fire suppression. The aim of the work is to create a functional prototype of the platform, fully based on Russian mechanical, electronic, and software components, capable of operating in conditions of high temperature and limited visibility.

The methodology was based on the principles of modular design and system integration. Import substitution methods were employed, which consist of selecting and adapting domestic components such as the tractor-transporter's tracked chassis, the Yaroslavl Motor Plant diesel engine, normal-pressure centrifugal fire pumps, fire monitor nozzles, Russian microcontrollers, and a real-time operating system. GLONASS navigation tools were used for control.

The result of the work is a developed robotic firefighting platform that ensures 100 % import independence of critical components. The novelty lies in the comprehensive domestic implementation of the mechanical, electrical, and software parts of the product. The area of application of the results is equipping units of the Ministry of Emergency Situations and emergency response services to enhance safety and firefighting efficiency.

Implementation recommendations include serial production at Russian general engineering enterprises. The economic significance of the work is expressed in reducing lifecycle costs, logistical expenses, and risks associated with external supplies. Forecast assumptions concern the platform's development: integration of automatic fire source recognition modules based on AI, remote monitoring systems using drones, and expansion of the specialized model range.

ROBOTIC SYSTEM, FIREFIGHTING, DOMESTIC COMPONENTS, IMPORT SUBSTITUTION, MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS, SAFETY, MODULARITY

Сведения об авторах:

В. А. Пантюхов

Телефон: + 7 949 337-15-26
 Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

А. А. Ванин

Телефон: + 7 949 533-62-30
 Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

Статья поступила 15.10.2025

© В. А. Пантюхов, А. А. Ванин, 2025

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

Н. В. Юшков

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

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСАХ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Проведен анализ существующих проблем в сфере организации дорожного движения в городской среде. Рассмотрены факторы, влияющие на безопасность дорожного движения в условиях городской застройки. Представлен подробный обзор зарубежного опыта по снижению заторов на отдельных участках улично-дорожной сети. Выявлено, что основные недостатки в организации движения обусловлены: отсутствием четкой регламентации правил парковки на улицах с продольным уклоном; нерациональным размещением остановочных пунктов маршрутного транспорта на подъемах и спусках; недостаточным учетом продольного уклона при программировании циклов светофорной сигнализации на перекрестках.

***Ключевые слова:** организация дорожного движения, продольный уклон, подвижной состав, затор, пассажирский маршрутный транспорт, дорожно-транспортное происшествие, остановочный пункт, парковка, перекресток*

Введение

В соответствии с официальными данными Госавтоинспекции МВД РФ [1] за 2024 год количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в городах и населенных пунктах составило 132 037 ед., что на 0,34 % меньше, чем в 2023 году, однако, на 4 % больше данного показателя в 2022 году. При этом наибольшая аварийность приходится на столицы субъектов Российской Федерации и города с населением выше 1 млн человек. В связи с этим организация дорожного движения в городских условиях является важной задачей государственного значения, от качества решения которой зависит эффективность и безопасность функционирования транспорта и транспортной системы в целом.

Цель исследования – выявление основных проблем организации городского дорожного движения в России; исследование отечественного и зарубежного опыта безопасности дорожного движения в городском пространстве.

Анализ исследований и публикаций

Данным проблемным полем занималась большая плеяда отечественных ученых, среди которых стоит выделить В. Ф. Бабкова, Г. И. Клинковштейна, М. Б. Афанасьева, В. В. Сильянова, А. Э. Горева, Е. М. Олещенко, В. И. Коноплянко, И. Н. Пугачева, В. В. Зырянова. В научных работах многочисленных исследователей затрагивались различные аспекты организации дорожного движения, например: рассматривались общие фундаментальные вопросы организации движения [2]; анализировались проблемы сферы безопасности перевозочного процесса [3–7]; исследовалось технико-экономическое обоснование схемы автомобильных парковок [8]; прорабатывалась проблема организации парковочного пространства в условиях повышенной автомобилизации крупных городов [9–10]; осмысливались проблемы проектирования остановочных пунктов пассажирского маршрутного транспорта в населенных пунктах [11]; подробно исследовалась тема надежности узлов и агрегатов маршрутного транспорта в условиях движения на подъемах и спусках [12–14]; проводился обзор особенностей влияния коэффициента сцепления на безопасность дорожного движения [15–16].

Основные результаты исследования

Безопасность дорожного движения зависит от множества факторов, которые подразделяются на объективные и субъективные [2]. Объективные факторы включают конструкцию и техническое состояние дорог, плотность транспортного и пешеходного потоков, наличие дорожных сооружений и устройств регулирования, сезонные условия и время суток. Субъективные факторы связаны с физическим состоянием участников движения – водителей и пешеходов, а также соблюдением ими нормативных требований. Эта сложная система представляет собой взаимодействие ключевых компонентов («водитель», «автомобиль», «дорога») внутри определенной среды, характеризующейся взаимозависимостью всех составляющих и целостностью функционирования.

Существует общественное мнение, что водитель является главным виновником ДТП. Это приводит к тому, что принятые меры по организации дорожного движения нередко сводятся лишь к устройству в пределах опасных участков знаков, регламентирующих ограничение скорости и исключение обгонов, без правильного учета существующих условий движения. Например, на магистрали «Киев – Днепропетровск» в определенный период почти на 20 % всей дороги действовало ограничение скорости до 30–40 км/ч [3]. Афанасьев М. Б. утверждал, что подобная организация движения имеет низкую эффективность и негативно отражается на работе автомобильного транспорта [4].

Необходимо указать некоторые аспекты государственного регулирования, которые оказывают непосредственное влияние на обеспечение безопасности дорожного движения в городе [5]. Согласно пункту 2 статьи 12.9 КоАП РФ, превышение водителем допустимой скорости на величину менее, чем 20 км/ч, не создает административного правонарушения. Тем не менее иллюзия сохранения безопасности движения при завышенном скоростном пороге имеет опасные последствия, что подтверждается многочисленными дорожно-транспортными происшествиями. Большинство государств Европы давно приняло решение о введении скоростного городского режима на уровне 50 км/ч [5] при допустимом превышении скоростного ограничения – 10 км/ч.

Стоит также отметить серьезную проблему обеспечения безопасности движения в городе, касающуюся агрессивного и порой безответственного вождения. Ощущение полного контроля над дорожной ситуацией и необоснованная уверенность в успешном осуществлении маневра в условиях ограниченной видимости и состояния дорожного покрытия, соответствующего низкому коэффициенту сцепления, зачастую приводит к необратимым последствиям, имеющим массовый характер. Значительно ухудшает ситуацию поведение участников движения, игнорирующих правила дорожного движения и использующих свои властные полномочия либо социальный статус для ухода от ответственности за правонарушения. Указанные проблемы являются комплексными, что требует активного реагирования со стороны государства и общества [5].

Ежегодное повышение автомобилизации приводит к увеличению интенсивности движения и уровня загрузки дорог. Количество функционирующего транспорта значительно опережает темпы роста улично-дорожной сети, что негативно отражается на условиях движения, приводит к повышению уровня аварийности, снижению пропускной способности дороги, увеличению потерь времени [6].

В городских условиях особенно остро стоит вопрос о пропускной способности перекрестков. Большая интенсивность движения по определенным направлениям и нерациональный режим функционирования светофорного объекта способствуют возникновению заторовых состояний, увеличению количества конфликтных точек и, как следствие, снижению безопасности движения.

Важно рассмотреть мировой опыт борьбы с заторами в городах. Так, в Японии и Китае идут по направлению устройства многоуровневых пересечений, во Франции выделяют дополнительные полосы для пассажирского маршрутного транспорта, в Великобритании,

Швеции и других странах взимают плату за въезд в определенный город или район, в США прибегают к строительству подземной сети дорог [5].

Мировым лидером в области безопасности дорожного движения является Швеция [7]. В 1997 году правительство страны приняло концепцию Vision Zero, основанную на принципе «нулевой терпимости» к гибели людей в результате аварий. Программа имеет цель повысить безопасность движения и снизить тяжесть последствий от ДТП. Суть концепции заключается в создании общей ответственности за управление и контроль всей транспортной системой на высоком уровне. В результате внедренных мероприятий уровень смертности в Швеции составляет 2,8 человека на 100 000 жителей.

Южная Корея прошла долгий путь к повышению безопасности дорожного движения. Согласно статистическим данным, в 1970 году количество ДТП составило 37 тыс., а к 2000 году – 290 тыс. [7]. Негативные тенденции заставили правительство принять неотложные меры по предотвращению ДТП и созданию системы обеспечения безопасности дорожного движения. Программа была построена на основании концепции трех «Е»:

- 1) «Education» (образование) – создание новой и эффективной системы обучения граждан и водителей безопасности дорожного движения;
- 2) «Engineering» (инжиниринг) – применение современного оборудования и технологий в транспортной и дорожной инфраструктуре;
- 3) «Enforcement» (принудительное исполнение) – внушение гражданам неизбежности наказания за нарушение правил дорожного движения.

Япония также является примером безопасного государства с точки зрения дорожного движения. Постоянный рост населения и повышение уровня автомобилизации вынудили руководство страны создать собственную программу по улучшению безопасности движения. Так, с 1970 г. по 1981 г. был сделан большой скачок в сторону снижения смертности от ДТП. Это было достигнуто путем больших вложений финансовых и трудовых ресурсов.

Необходимо исследовать проблемы, возникающие в связи с организацией дорожного движения в российских городах. Одной из наиболее острых современных проблем является ситуация с парковочными местами в крупных и средних населенных пунктах. Например, среднее число неправильно припаркованных автомобилей в центральной части Волгограда достигает примерно 130–150 единиц на каждый километр [8]. Поскольку официальных паркингов недостаточно, улица зачастую остается единственным местом, где автовладельцы могут поставить машину.

Проведенный ранее анализ ситуации на улицах российских городов позволил выявить ряд важных моментов [9]. Примерно 80 % от всего числа стоящих автомобилей занимают именно проезжую часть, около 15 % размещаются на дороге и тротуаре одновременно, и лишь 5 % используют исключительно пространство тротуара. Среднюю плотность размещения легкового автотранспорта на магистралях можно оценить, как 390 авто/км, тогда как на местных дорогах этот показатель ниже – порядка 280 авто/км. Средний уровень плотности стоянок автомобилей непосредственно на тротуарах составляет приблизительно 90 авто/км. Почти половина водителей всех транспортных средств (около 45 %) паркуют автомобили с нарушением правил дорожного движения, причем средний показатель нарушений на каждом километре городской территории приближается к отметке в 130 автомобилей.

Поскольку припаркованный вдоль проезжей части автомобиль является потенциальным источником конфликтных ситуаций, то необходимо выделить ряд причин, которые обуславливают данную проблему [10]:

- 1) вынужденный объезд припаркованных автомобилей;
- 2) создание трудностей общему движению транспорта маневрирующими транспортными средствами при осуществлении парковки и выезде из нее;
- 3) снижение условий видимости;
- 4) снижение пропускной способности в зоне парковки.

Вследствие возникновения указанных последствий неправильной парковки снижается скоростной режим на магистральных дорогах городов.

Дефицит парковочных мест часто вызывает значительное увеличение времени, затрачиваемого водителями на поиски подходящего места для автомобиля в мегаполисах, таких как Москва, которое порой колеблется от 15–20 минут до восьми и более часов [9].

Наиболее частые нарушения связаны с [10]:

- парковкой в зоне действия дорожных знаков, которые запрещают остановку и стоянку;
- парковкой в пределах зоны пешеходных переходов и перекрестков;
- парковкой в зоне остановок общественного транспорта;
- парковкой с занятием двух полос движения;
- парковкой на тротуаре.

Недостаточная организация городских парковок неблагоприятно отражается на эффективности транспортной инфраструктуры. Автомобили, оставленные возле перекрестков, снижают их пропускную способность на 750–800 машин. Стоянка вдоль кромки проезжей части в часы пик создает препятствия движению около 600–700 транспортных средств в течение часа, а уменьшение количества полос снижает скорость автомобильного потока с 50–60 км/ч до 35–40 км/ч [9].

Помимо проблем с организацией автомобильных стоянок, возникает еще одна важная проблема – неэффективное расположение автобусных остановок в городской среде. Их неправильное распределение усложняет жизнь жителям, увеличивает расходы перевозчиков и ухудшает общую безопасность дорожного движения.

Остановочные площадки для общественного транспорта на дорогах и улицах должны располагаться в местах промежуточных остановок согласно маршруту движения с соблюдением положений ГОСТ Р 52766-2007 и ГОСТ 33062-2014 [17, 18]. Однако указанные стандарты не содержат конкретных норм относительно устройства и расположения остановок на уклонах и подъемах, что особенно актуально при неблагоприятных погодных условиях (гололед, грязь, влажность покрытия), увеличивающих нагрузку на транспортные средства.

В соответствии с пунктом 4.2.2 отраслевого стандарта ОСТ 218.1.002-2003 [19], продольный уклон на остановочных пунктах автобусов не должен превышать 40 %. Однако неясно, относится ли эта норма ко всей дорожной сети или только к населенным пунктам. Стоит отметить, что остановки в населенных пунктах и вне их значительно различаются условиями эксплуатации, следовательно, проектирование остановок требует дифференцированного подхода [11].

Кроме того, стандарт не дает рекомендаций по созданию остановок на участках улично-дорожной сети с крутыми уклонами, превышающими установленные ограничения. Следовательно, возникает противоречивая ситуация: необходимость оборудования остановочных точек там, где формируются потоки пассажиров, противоречит требованиям, изложенным в стандарте ОСТ 218.1.002-2003.

Усложнить дорожную ситуацию может наличие пешеходных переходов за остановочным пунктом, которые будут создавать дополнительные задержки для пропуска пешеходов, что, в свою очередь, повысит нагрузку на узлы и агрегаты пассажирского маршрутного транспорта.

Были проведены исследования анализа влияния продольных уклонов на срок службы и надежность узлов и агрегатов пассажирского маршрутного транспорта [12–14].

Так, в Нижнем Новгороде был проведен мониторинг эксплуатационной надежности автобусов ПАЗ-32054 в условиях равнинных маршрутов и маршрутов с подъемами [12]. Информация об отказах автобусов собиралась в течение двух лет на пассажирских автопредприятиях г. Нижнего Новгорода. На рисунке 1 представлена эпюра маршрута движения городского автобуса, который включает два участка с достаточно крутыми подъемами протяженностью более одного километра каждый.

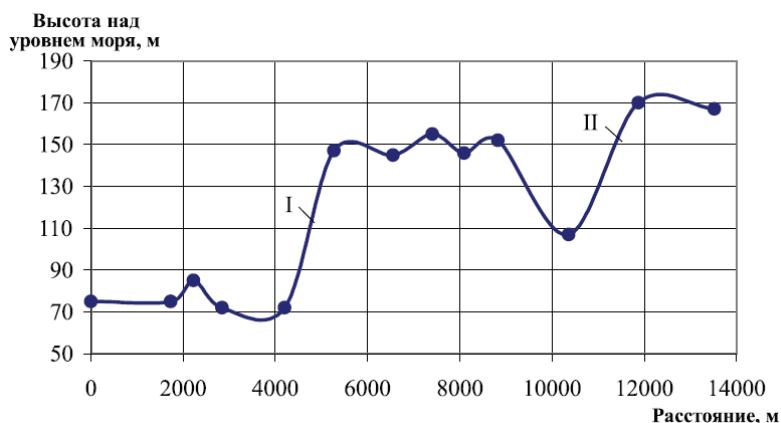
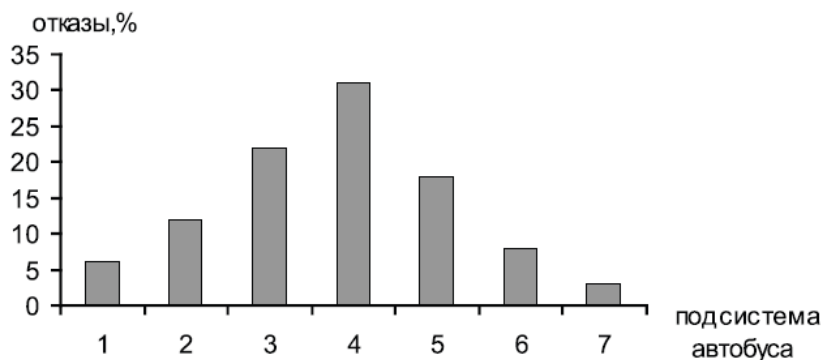


Рисунок 1 – Эпюра маршрута движения городского автобуса в Нижнем Новгороде

Диаграмма отказов автобусов ПАЗ-32054, следующих по смешанным маршрутам (рисунок 2) [12] показывает, что наименее надежным узлом и механизмом является двигатель, который подвержен большему износу по сравнению с другими системами автобуса.

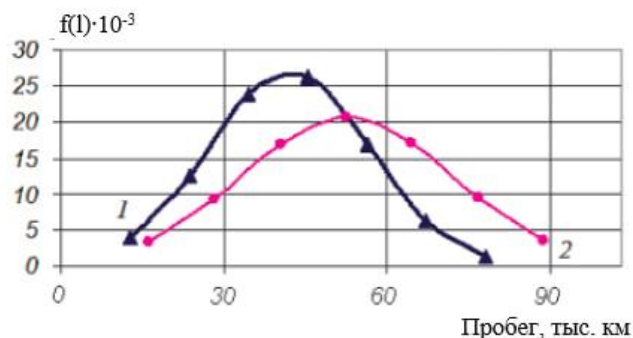
Представляется очевидным, что эксплуатация двигателей городского автобусного транспорта в режиме подъема сопровождается увеличением механических нагрузок на агрегат и его подсистемы, следствием чего являются сокращение среднего ресурса до отказа отдельных узлов и снижение показателей эксплуатационной надежности двигателя.



1 – рулевое управление (6 %); 2 – ходовая часть (12 %); 3 – электрооборудование (22 %); 4 – двигатель и его системы (31 %); 5 – трансмиссия (18 %); 6 – тормозная система (8 %); 7 – кузов (3 %)

Рисунок 2 – Диаграмма распределения отказов автобусов ПАЗ-32054 по подсистемам

Эксплуатация автобуса в условиях подъемов оказывает воздействие на ресурс коробки передач (КП), обуславливая изменение ее долговечности. На рисунке 3 видно, что вероятность износа КП на маршрутах с подъемом наступает раньше, чем на равнинных.



1 – маршруты с подъемами; 2 – равнинные

Рисунок 3 – Распределение отказов КП ГАЗ-3307 автобусов ПАЗ-32054

Итак, рельеф местности, а в особенности наличие крутых подъемов на маршрутах эксплуатации автобусов, оказывает существенное влияние на снижение надежности двигателей и коробок передач автобусов.

В работе [13] в результате проведенных расчетов показано, что износ и значение скорости износа КП на маршрутах с подъемами практически в два раза превышают аналогичные показатели при эксплуатации на равнинных маршрутах. Так, суммарный износ зубчатого зацепления первой передачи автобуса ПАЗ-32054, например, за один год эксплуатации на маршруте с подъемом составит 108,101 мкм (рисунок 4). Это свидетельствует о том, что ресурс коробки передач в таких условиях резко снижается. График зависимости скорости износа от концентрации абразивных веществ в масле показан на рисунке 4.

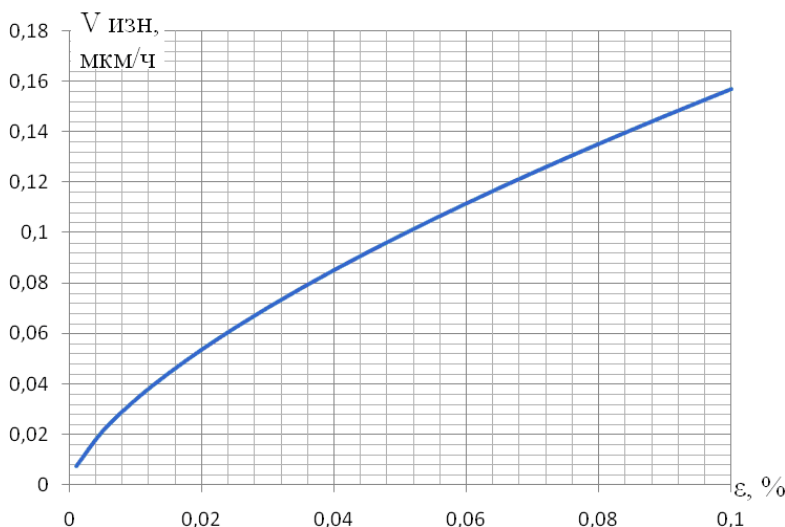


Рисунок 4 – Зависимость скорости износа коробки передач от концентрации абразивных веществ

Для определения регулярности замены трансмиссионного масла в работе [13] было предложено введение коэффициента, характеризующего влияние подъемов на маршруте на состояние трансмиссионного масла. Найденный коэффициент учитывает зависимость, общую для расчета периодичности замены трансмиссионного масла, поэтому станет возможным введение данного коэффициента во все формулы корректирования периодичности замены масла в трансмиссии, что значительно снизит затраты на определение оптимальных значений периодичностей.

Формула для расчета необходимого коэффициента, полученная в работе [13]:

$$K_{\text{подъема}} = \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{L_i} N \quad (1)$$

где h_i – высота подъема i ;

L_i – длина подъема i ;

N – количество рейсов.

Введены критерии предложенного коэффициента [16]:

- наличие на маршруте подъема величиной 7 % и более;
- время нахождения автобуса на подъеме, которое должно быть не менее 3 мин.

В работе [14] представлены результаты специальных исследований надежности городских автобусов для условий Нижнего Новгорода, которые показали, что после двигателя наибольшая доля отказов у таких автобусов приходится на агрегаты трансмиссии, например, 23 % – у автобусов ПАЗ-32054, 19 % – у микроавтобусов ГАЗ-322132. В свою очередь отказы

трансмиссии распределяются следующим образом: 70 % – отказы сцепления, 17 % – коробки передач, 10 % – карданной передачи, 3 % – заднего моста.

Исследования физико-химических свойств масел, отобранных через 40 000 км пробега из КП автобусов ПАЗ 32054, работающих на городских маршрутах с крутыми подъемами, показали, что массовая доля механических примесей в трансмиссионном масле более чем на 50 % превышает допустимое значение, массовая доля воды в два раза превышает допустимое содержание, а температура застывания масел вообще приближается к нулю. Было отмечено, что для равнинных маршрутов Нижнего Новгорода эти показатели остаются практически в пределах нормы [14].

Самым ненадежным узлом в трансмиссии ПАЗ-32054 является сцепление [14]. Было предложено для исключения износов рычагов привода, подшипников и фрикционных накладок в работе осуществлять регулировку свободного хода вилки выключения сцепления с периодичностью 2 000 км пробега. Отмечено, что часть отказов (замена манжет главного и рабочего цилиндров сцепления) может быть исключено за счет смещения периодичности замены жидкости в приводе сцепления на осенний период года. В связи с частыми переключениями передач имеет смысл закладывать смазку в подшипник муфты выключения сцепления чаще, а именно с периодичностью 2 000 км пробега [13].

Таким образом, исследования [12–14] подтверждают, что при наличии на маршруте подъемов и дополнительных нагрузок повышается риск выхода из строя узлов и агрегатов транспортных средств.

В связи с этим необходимо рассмотреть вопрос, касающийся предоставления приоритета движения в условиях продольных уклонов на пересечениях в городе. Регулируемые перекрестки являются важными объектами инфраструктуры и узловыми пунктами города, от эффективности работы которых зависит пропускная способность улиц и дорог. Алгоритм вычисления продолжительности светофорного цикла был разработан Ф. Вебстером в середине прошлого столетия и основывался на принципах теории массового обслуживания. Данная методика представлена в рекомендациях ОДМ 218.6.003-2011 [20] и предполагает применение фазовых коэффициентов и величины временного интервала потерь в рамках каждого цикла (совокупность временных промежутков переключения сигналов). Важным параметром считается поток насыщения, отражающий максимальную интенсивность движения в определенном направлении в течение зеленого сигнала светофора и выраженный в приведенных ед/ч. Формула расчета потока насыщения для движения прямо [20]:

$$M_{ij,прям} = 525 \cdot B_{nc}, \quad (2)$$

где B_{nc} – ширина проезжей части в данном направлении данной фазы, м;

i – номер фазы;

j – номер направления.

В зависимости от продольного уклона автомобильной дороги на подходе к пересечению изменяется расчетное значение потока насыщения. В методических рекомендациях [20] указано, что каждый процент уклона на подъеме снижает (на спуске – увеличивает) поток насыщения M_n на 3 %. Однако, отсутствует четкое обоснование данного показателя, нет ссылок на результаты эмпирических подтверждений.

Эмпирический метод предполагает осуществление натурных измерений интенсивности транспортного потока основного такта для каждого направления каждой фазы светофорного цикла, что послужит основой для последующего расчета насыщающего потока. Вследствие влияния продольного уклона на транспортный поток в зоне пересечения, длительность сигнала зеленого света для направлений с меньшим объемом трафика окажется короче, чем для более загруженных направлений. Это приводит к формированию очередей транспортных средств на регулируемых пересечениях в условиях повышенной нагрузки на трансмиссию и

тормозные системы автомобилей, находящихся на наклонных участках дороги. Наличие зимней скользкости дополнительно повышает вероятность аварийных ситуаций. Исходя из вышеуказанного, представляется целесообразным обеспечить приоритетный проезд транспортных средств через регулируемое пересечение в направлениях, проходящих по участкам с продольным уклоном. В случае расположения нескольких перекрестков на подъемах (спусках) имеет смысл организация координированного светофорного регулирования по типу «зеленой волны» для повышения эффективности и безопасности движения транспорта.

Наличие припаркованных автомобилей у края проезжей части, нерациональное размещение остановочных пунктов пассажирского маршрутного транспорта на подъемах, отсутствие грамотной организации движения в условиях продольных уклонов, возможное усложнение ситуации образованием влажного или скользкого дорожного покрытия создает повышенную опасность на таких участках и препятствует безопасному движению транспорта в городе.

Согласно [21] причинами совершения ДТП на участках дорог и улиц с подъемами и спусками с уклонами, превышающими нормативные, чаще всего являются:

- превышение транспортными средствами допустимой скорости движения на затяжных спусках;
- объезды остановившихся транспортных средств или обгоны грузовых автомобилей, значительно снижающих скорость при движении на подъеме;
- выезды на полосу встречного движения при совершении обгона в зоне ограниченной видимости на выпуклых вертикальных кривых.

В научно-методической документации предложены меры по предотвращению происшествий на участках дорог с подъемами и спусками, включающие запрет обгонных маневров, введение ограничений максимальной скорости передвижения, организацию дополнительных полос движения, внедрение информационной поддержки водителей и прочие мероприятия. Вместе с тем, действительная обстановка на подобных трассах диктует потребность в комплексном подходе, выходящем за рамки традиционных методов повышения безопасности движения посредством дорожных мероприятий. Важнейшей задачей становится учет конструктивных характеристик автотранспортных средств, с акцентом на компоненты, испытывающие максимальные нагрузки и подверженные риску преждевременного износа. По нашему мнению, ключевой аспект обеспечения необходимого уровня безопасности дорожного движения в экстремальных условиях, включая участки с уклоном и при скользком покрытии, заключается также в поддержании оптимального диапазона коэффициента сцепления колес с дорогой.

Величина коэффициента сцепления зависит от степени шероховатости покрытия, его ровности, чистоты и влажности, скорости движения, давления воздуха в шине автомобиля, степени изношенности протектора и нагрузки на колесо. В дорожном хозяйстве под коэффициентом сцепления понимается его критическое значение, когда автомобиль переходит на юз. Другие значения не рассматриваются. Минимальное значение коэффициента сцепления, обеспечивающего необходимую скорость и условия безопасности движения, в соответствии с СНиП 2,05.02-85 составляет 0,45 [15].

Сцепление колеса автомобиля с дорожным покрытием играет важную роль в безопасности движения транспортных потоков. От него зависит управляемость автомобиля, а также такая важная характеристика, как длина тормозного пути [16].

В настоящее время в России используют два вида материала для изготовления дорожного покрытия: асфальтобетон и цементобетон. У каждой технологии есть свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при проектировании дорожной одежды. Асфальтобетон является наиболее распространенным материалом для устройства покрытий дорожного полотна, что еще было заложено в 60-х годах XX века благодаря относительно дешевой стоимости нефти в то время. Он имеет высокую прочность, пластичность и техно-

логичность [16]. При сухом нормальном покрытии значения коэффициента сцепления для цементобетона и асфальтобетона примерно равны. Тем не менее, если поверхность дороги влажная или скользкая, то асфальтобетон уступает цементобетону в плане безопасности движения. Также асфальтобетон имеет пористую структуру, которая может достигать 4 %, что при взаимодействии с водой и отрицательной температурой создает предпосылки для образования трещин и неровностей. Таким образом, срок службы цементобетона значительно выше и может составлять до 25–30 лет в сравнении с асфальтобетоном, который рассчитан на 3–5 лет без применения ремонтных работ.

Однако, следует учитывать, что при наложении условий, повышающих опасность движения, таких, как влажность или скользкость покрытия, подъемы и спуски, препятствия в виде припаркованных у края проезжей части автомобилей, наличие не оптимально расположенных остановочных пунктов и т. д. увеличивается в геометрической прогрессии риск возникновения ДТП. В связи с этим, важным представляется поиск комплексного решения, учитывающего многофакторность поставленной задачи по обеспечению безопасности дорожного движения в городе в сложных условиях повышенной опасности.

Таким образом, выделим проблемы, которые требуют решения в области организации дорожного движения:

- 1) отсутствие четкой регламентации по регулированию правил парковки транспортных средств вдоль городской улицы в условиях уклонов;
- 2) нерациональное размещение остановочных пунктов пассажирского маршрутного транспорта на подъемах и спусках;
- 3) недостаточный учет фактора уклонов в цикле светофорного регулирования на перекрестках для направлений с подъемами.

Выводы

Анализ отечественной и зарубежной научной литературы позволил детально проанализировать вопрос современной организации дорожного движения в городских условиях. Был выделен ряд проблем, которые оказывают значимое влияние на безопасность движения в городе. К ним можно отнести: недостаточное внимание к влиянию продольных уклонов на улицах и дорогах, отсутствие четкой нормативной регламентации устройства остановочных пунктов и стоянок на подъемах и спусках, отсутствие учета продольных уклонов при предоставлении приоритета движения на регулируемых и нерегулируемых пересечениях, достаточно низкая эффективность борьбы со скользкостью в условиях подъемов и спусков вследствие применения разрозненных мероприятий без внедрения комплексного подхода, агрессивное и безответственное поведение водителей на дороге, в особенности на сложных участках, подверженных появлению ДТП. Также проанализировано влияние продольных уклонов на надежность узлов и агрегатов пассажирского транспорта. Исследования показали, что наиболее подвержены преждевременному износу детали двигателя, коробки передач и сцепления. В рассмотренной научной литературе было предложено внедрение упреждающего технического осмотра для предотвращения непредвиденных выходов из строя узлов и агрегатов транспортного средства. Тем не менее для решения таких сложных и многофакторных проблем необходим комплексный подход, который будет учитывать организационные, технические, технологические и конструктивные особенности процесса движения по городским дорогам и улицам.

Список литературы

1. Показатели состояния безопасности дорожного движения : [раздел сайта] // Госавтоинспекция МВД России : [сайт]. – 2025. – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Горев, А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2009. – 254 с. – (Высшее профессиональное образование. Транспорт). – ISBN 978-5-7695-6629-5.

3. Сараев, Е. И. Понятие и содержание организации дорожного движения (от технических аспектов к правовым) / Е. И. Сараев. – Текст : электронный // Общество и право. – 2013. – № 3(45). – С. 241–245. – EDN PXVYBH. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21012938> (дата обращения: 13.10.2025).
4. Организация и безопасность движения на автомобильных дорогах. Сборник статей ; под ред. М. Б. Афанасьева. – Москва : Изд-во ВНИИОП МООП СССР, 1968. – 86 с.
5. Кущенко, Л. Е. Проблемы организации безопасности дорожного движения в Российской Федерации / Л. Е. Кущенко, Н. С. Днистренко, К. Е. Гузородова. – Текст : электронный // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств : сборник научных трудов по материалам XVI Международной научно-технической конференции, Саратов, 16 апреля 2021 года. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., 2021. – С. 10–14. – EDN LDWFPT. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48874272> (дата обращения: 14.10.2025).
6. Войнов, А. А. Проблема организации безопасности дорожного движения транспортных средств на перекрестках / А. А. Войнов, С. С. Леонов. – Текст : электронный // Транспорт. Экономика. Социальная сфера (Актуальные проблемы и их решения) : сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 14–15 апреля 2023 года / под редакцией В. В. Салмина. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 54–57. – EDN KJSKAE. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53850113&pff=1> (дата обращения: 15.10.2025).
7. Абдуназаров, Ж. Н. Международный опыт по применению концепции для обеспечения безопасности дорожного движения / Ж. Н. Абдуназаров, М. И. Алмаатов. – Текст : электронный // Экономика и социум. – 2023. – № 8(111). – С. 260–268. – EDN SGEQKG. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-opyt-po-primeneniyu-kontseptsii-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya> (дата обращения: 16.10.2025).
8. Техничко-экономическое обоснование схемы автомобильных парковок / С. В. Алексиков, А. И. Болдин, А. И. Лескин, Д. И. Гофман. – Текст : электронный // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2019. – № 1(74). – С. 46–52. – EDN ZATPVB. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37172379> (дата обращения: 17.10.2025).
9. Елькин, М. И. Исследование проблем парковок в больших городах России / М. И. Елькин. – Текст : электронный // Исследования человеческого капитала как стратегического ресурса социально-экономического развития: теория, методы, практика : сборник материалов Всероссийской молодежной научной конференции, Екатеринбург, 24–25 апреля 2014 г. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2014. – С. 40–48. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/38189/1/ick_2014_08.pdf (дата обращения: 20.10.2025).
10. Мамаев, Г. И. Проблемы уличных парковок и зарубежный опыт организации парковок / Г. И. Мамаев, Л. Ю. Бакиров // Universum: технические науки. – 2022. – № 5/4(98). – С. 57–61. – DOI 10.32743/UniTech.2022.98.5.13796. – EDN JNDSQX. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48675121> (дата обращения: 21.10.2025).
11. Анциферов, Б. И. Проблемы проектирования остановочных пунктов пассажирского маршрутного транспорта в населённых пунктах / Б. И. Анциферов, В. О. Довбыш, В. А. Огай. – Текст : электронный // Организация и безопасность дорожного движения : материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 12 марта 2015 г. – Тюмень : Томский государственный университет, 2015. – С. 32–36. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24120001> (дата обращения: 22.10.2025).
12. Корчажкин, М. Г. Влияние подъемов на маршрутах движения городских автобусов на эксплуатационные показатели / М. Г. Корчажкин, А. Н. Кузьмин, Г. В. Пачурин. – Текст : электронный // Фундаментальные исследования. – 2015. – Ч. 3, № 9. – С. 464–469. – EDN UNXWXN. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39206> (дата обращения: 23.10.2025).
13. Кустиков, А. Д. Влияние наличия подъемов городских маршрутов на эксплуатационную надежность механических коробок передач автобусов / А. Д. Кустиков, Н. А. Кузьмин, М. Г. Корчажкин // Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева. – 2014. – № 4(106). – С. 224–234. – EDN TFSLSN. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22835531> (дата обращения: 24.10.2025).
14. Кузьмин, Н. А. Проблемы надежности трансмиссий городских автобусов / Н. А. Кузьмин, А. Д. Кустиков. – Текст : электронный // Автотранспортное предприятие. – 2013. – № 8. – С. 39–42. – EDN QYTXXJ. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20141954> (дата обращения: 27.10.2025).
15. Устройство и способ определения коэффициента сцепления автомобильного колеса с дорогой / Ж. Н. Кадыров, А. В. Кочетков, Л. В. Янковский [и др.]. – Текст : электронный // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2014. – № 3(7). – С. 29–31. – EDN SYDVTJ. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22489962> (дата обращения: 28.10.2025).
16. Корочкин, А. В. Анализ сцепных качеств дорожных покрытий из асфальтобетона и цементобетона / А. В. Корочкин. – Текст : электронный // Строительные материалы. – 2019. – № 7. – С. 21–27. – DOI 10.31659/0585-430X-2019-772-7-21-27. – EDN TZDMLP. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=39215947> (дата обращения: 29.10.2025).
17. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 октября 2007 г. № 270-ст : дата введения 2008-07-01 : введен впервые / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский дорожный научно-исследовательский институт». – Москва : Стандартинформ, 2008. – 34 с.

18. ГОСТ 33062-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к размещению объектов дорожного и придорожного сервиса. Общие требования : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 августа 2015 г. № 1163-ст : дата введения 2015-12-01 : введен впервые / разработан Обществом с ограниченной ответственностью «Корпорация "Строй Инвест Проект М"» и Обществом с ограниченной ответственностью «НПО "Транспорт"». – Москва : Стандартиформ, 2008. – 34 с.
19. ОСТ 218.1.002-2003. Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования : издание официальное : утвержден и введен в действие распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации от 23.05.2003 № ИС-460-р : дата введения 2003-06-01 : введен впервые / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство», Государственным предприятием «РосдорНИИ». – Москва : Информавтодор, 2003. – 18 с.
20. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах : изданы на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 27 февраля 2013 г. № 236-р : введен впервые : дата введения 2013-06-01 / разработан ФГУП «РосдорНИИ». – Москва, 2013. – 69 с.
21. Методические рекомендации по проведению мероприятий по улучшению условий дорожного движения и повышению безопасности дорожного движения в целях ликвидации мест концентрации дорожно-транспортных происшествий, включающие типовые решения : методические рекомендации : утверждены проектным комитетом по национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги» от 31 июля 2019 г. № 5. – Текст : электронный // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации : официальный сайт. – 2019. – URL: <https://legalacts.ru/doc/metodicheskie-rekomendatsii-po-provedeniiu-meropriyatii-po-uluchsheniiu-uslovii-dorozhno/> (дата обращения: 30.10.2025).

Н. В. Юшков

***Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Об актуальных вопросах организации дорожного движения в городских условиях***

Проведен детальный анализ организации дорожного движения в городских условиях. Рассмотрены объективные и субъективные факторы безопасности движения, зарубежный и отечественный опыт борьбы с заторами, особенности парковочной инфраструктуры и размещения остановочных пунктов пассажирского маршрутного транспорта. Исследовано влияние продольного уклона на пропускную способность перекрестков и на эксплуатационную надежность узлов и агрегатов пассажирских автобусов (двигателя, трансмиссии, сцепления), а также нормативная база, регулирующая размещение остановок, и расчет светофорных циклов.

Установлено, что ключевыми проблемами являются: отсутствие четкой регламентации правил парковки на улицах с продольным уклоном; нерациональное размещение остановочных пунктов пассажирского маршрутного транспорта на подъемах и спусках; недостаточный учет продольного уклона при программировании светофорных циклов, что приводит к неправильной оценке потока насыщения и формированию очередей. Показано, что подъемы увеличивают нагрузку на двигатель и трансмиссию автобусов, ускоряют износ трансмиссионного масла и сцепления, повышая вероятность отказов. Выявлены также негативные последствия неправильной парковки (снижение пропускной способности, ухудшение видимости) и отсутствие единой стратегии противодействия скользкости на опасных участках.

Рекомендуется комплексный подход, включающий: разработку и внедрение нормативов регламентации парковки и размещения остановок на участках с продольными уклонами; корректировку алгоритмов расчета светофорных циклов с учетом влияния уклонов на поток насыщения и введение приоритетов для направлений на подъемах/спусках; координацию светофорных объектов (зеленая волна) на последовательных уклонных участках; внедрение упреждающего технического обслуживания пассажирского маршрутного транспорта с учетом повышенных нагрузок на двигатели и трансмиссии и введение коэффициентов для корректировки периодичности замены масел; организационные и инженерные меры по снижению последствий скользкости (материалы покрытия, противоледовые мероприятия) и ужесточение контроля за нарушениями парковки. Такой многофакторный подход позволит повысить безопасность и пропускную способность улично-дорожной сети в условиях продольных уклонов.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ПРОДОЛЬНЫЙ УКЛОН, ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, ЗАТОР, ПАССАЖИРСКИЙ МАРШРУТНЫЙ ТРАНСПОРТ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, ОСТАНОВОЧНЫЙ ПУНКТ, ПАРКОВКА, ПЕРЕКРЕСТОК

N. V. Iushkov

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

Current Issues of Traffic Management in Urban Areas

The detailed analysis of the urban traffic management is conducted. The article examines objective and subjective factors of traffic safety, foreign and domestic experience in combating congestion, features of parking infrastructure and the placement of passenger transport stops. The influence of longitudinal slope on the throughput of intersections and on the operational reliability of components and assemblies of passenger buses (engine, transmission, clutch), as well as the regulatory framework governing the placement of stops and the calculation of traffic light cycles, is studied.

It is established that the key problems are: the lack of clear regulations for parking on streets with a longitudinal slope; irrational placement of passenger transport stops on ascents and descents; insufficient consideration of the longitudinal slope when programming traffic light cycles, which leads to an incorrect assessment of the saturation flow and the formation of queues. It is shown that ascents increase the load on the bus engine and transmission, accelerate wear on transmission fluid and clutches, and increase the risk of failure. Negative consequences of improper parking (reduced throughput and visibility) and the lack of a unified strategy for preventing slipperiness in hazardous areas are also identified.

The comprehensive approach is recommended, including: the development and implementation of standards for regulating parking and the placement of stops on sections with longitudinal slopes; adjustments to traffic light cycle calculation algorithms taking into account the influence of slopes on the saturation flow and the introduction of priorities for directions on ascents/descents; coordination of traffic lights (green wave) on successive slopes; the implementation of proactive maintenance of passenger transport taking into account increased loads on engines and transmissions and the introduction of coefficients for adjusting the frequency of oil changes; organizational and engineering measures to reduce the effects of slipperiness (surface materials, anti-icing measures) and stricter monitoring of parking violations. This multi-factor approach will improve the safety and throughput of the road network in conditions of longitudinal slopes.

TRAFFIC MANAGEMENT, LONGITUDINAL SLOPE, ROLLING STOCK, TRAFFIC CONGESTION, PASSENGER ROUTE TRANSPORT, ROAD ACCIDENT, STOPPING POINT, PARKING, INTERSECTION

Сведения об авторе:

Н. В. Юшков

SPIN-код: 5405-9629

Телефон: +7 949 325-73-23

Эл. почта: nik.yushkov.97@mail.ru

Статья поступила 31.10.2025

© Н. В. Юшков, 2025

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

УДК 620.178.15

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****КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ВЕТРОВОГО СТЕКЛА
АВТОМОБИЛЯ**

Представлена эффективная конечно-элементная модель лобового стекла для систематических численных исследований на основе метода конечных элементов для изучения способности поглощения энергии и конструкции безопасности поливинилбутирального ламинированного ветрового стекла.

Ключевые слова: многослойное стекло, конечный элемент, численный анализ, математическое моделирование аварийных ситуаций

Постановка проблемы

Поливинилбутиральное (ПВБ) ламинированное лобовое стекло является предпочтительным материалом для современных автомобильных лобовых стекол [1] с определенной степенью ударопрочности и характеристиками поглощения энергии. Эти свойства ПВБ стекла могут уменьшить последствия дорожно-транспортных происшествий. Корреляционный анализ показывает, что столкновения между головой и лобовым стеклом являются основной причиной травматизма и гибели участников дорожного движения [2].

Многослойное стекло состоит из нескольких слоев стекла, скрепленных мягкой полимерной прослойкой. Очень мягкая прослойка полимерного материала не проскальзывает между слоями стекла, сгибаясь параллельно стеклу под действием напряжения сдвига. Напряжение сдвига прослойки нарушает принцип прямых нормалей, остающихся прямыми после деформации, на котором основаны обычные элементы оболочки в анализе методом конечного элемента (МКЭ). В результате этого традиционные конечные элементы не способны эффективно решать проблемы расчета прочности многослойного стекла. Исходя из предположения, что слои стекла многослойного стекла подчиняются теории пластин Кирхгофа [3] и межслойному переносу сдвигового напряжения, формулировка конечного элемента (КЭ) разрабатывается путем введения новых степеней свободы и реализуется в специальной прямоугольной триплексной пластине многослойного стекла КЭ. В большинстве случаев слоев стекла всего два. Оно называется триплексным многослойным стеклом (TLG), а прослойка, выполнена из поливинилбутирала. Многослойное стекло применяется в качестве материала для автомобильных стекол и окон самолетов, а также широко используется в современных зданиях в качестве архитектурного остекления.

Однако эффективное применение многослойного стекла в сложных конструкциях ограничено из-за трудностей расчета их прочности на этапе проектирования. Модуль упругости ПВБ-материала в тысячи раз меньше модуля упругости стекла и может изменяться в зависимости от температуры и времени. Прочность ламинированного стекла рассматривается как промежуточная из двух предельных случаев: случая слоистого стекла – две стеклянные пластины без какой-либо прослойки между ними, и случая монолитного стекла – одна стеклянная пластина толщиной, равной общей толщине стеклянных пластин [4]. Прочность ламинированного стекла находится между этими двумя случаями в зависимости от модуля сдвига прослойки G , Монолитный предел в два раза больше, чем слоистый предел для прочности и в четыре раза ниже для прогиба.

Анализ последних исследований и публикаций

Было проведено несколько экспериментальных исследований и численных исследований для изучения поведения ламинированного стекла в условиях динамической нагрузки. Достаточно подробный обзор этих работ приведен в [5]. В работах [6–8] были сконструированы серии моделей КЭ лобового стекла с использованием различных методов анализа для точного выполнения оптимизационного моделирования. Между тем, были проведены исследования свойств ПВБ [9] и изучено механическое поведение лобового стекла при ударе головы взрослого человека в ходе ударного испытания [10]. Авторы работы сравнили возможности поглощения энергии двух типов лобовых стекол: ПВБ и нанопористой системы поглощения энергии прослойками, и провели систематическое численное исследование на основе расширенного метода конечных элементов, чтобы изучить влияние переменных материала и системы на характер трещин.

Следует отметить, что для предыдущих численных исследований было доступно мало экспериментальных данных о материалах и соответствующих верификационных данных испытаний на удар. Любая попытка точно смоделировать поведение ламинированного лобового стекла могла быть достигнута только с помощью надлежащих методов моделирования с внедренными экспериментальными данными, проверенными соответствующим испытанием на удар, что и стало основной целью данного исследования. Затем должны проводиться параметрические исследования для изучения влияния параметров на модель конечного элемента с целью оптимизации его формы.

Цель исследования

Цель исследования – математическое и численное конечно-элементное моделирование прогнозного поведения ПВБ лобового стекла при ударных нагрузках и изучение влияния входных параметров модели на структуру КЭ.

В данной работе геометрическая модель лобового стекла построена с использованием трехслойной структуры. Физико-механические характеристики ПВБ соответствуют [11].

Основной материал исследования

1. Входные параметры модели

В 2024 году более миллиона человек погибли в результате дорожно-транспортных происшествий по всему миру. Почти треть погибших составляли пешеходы и велосипедисты – группа уязвимых участников дорожного движения. Травмы головы имеют особое значение в этом контексте, поскольку голова является наиболее часто травмируемой частью тела среди пешеходов и велосипедистов. Это подтверждают данные о смертности от дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с СИМ (средства индивидуальной мобильности, например, электросамокаты). В публикациях за 2024 год особо отмечается, что абсолютно все пользователи СИМ, погибшие в авариях в прошлом году, скончались вследствие полученных травм головы. Это подчеркивает критическую роль травм головы в смертности при ДТП с участием таких средств.

Основополагающим шагом для профилактики травм участников дорожного движения является анализ данных о реальных столкновениях. Анализы часто включают виртуальные реконструкции столкновения, чтобы лучше понять последовательность событий, динамику и оценить возможные превентивные меры. Многие исследования продемонстрировали то, как реальные аварии могут быть вычислительно реконструированы для получения ценной информации о механизмах травм головы и рисках, с которыми сталкиваются участники дорожного движения.

Модель КЭ ударника в виде головы пешехода построена в соответствии с требованиями Глобального технического регламента (GTR) [12]. Внутренняя структура ударника упрощена с использованием метода эквивалентности массы и положения центра масс в процессе моделирования конечных элементов и откалибрована. Тест динамической калибровки был проведен

с использованием программного обеспечения LS-DYNA [13].

LS-DYNA – это универсальный код конечных элементов для анализа статического и динамического отклика больших деформаций конструкций, включая конструкции, соединенные с жидкостями. Основная методология решения основана на явном интегрировании по времени. В настоящее время доступен неявный решатель с несколько ограниченными возможностями, включая структурный анализ и теплопередачу. Алгоритм контактного удара позволяет легко решать сложные контактные проблемы. Благодаря специализации этого алгоритма интерфейсы можно жестко привязывать для допуска переменного зонирования без необходимости в переходных областях сетки.

Пространственная дискретизация достигается за счет использования четырехузлового тетраэдра и восьмиузловых сплошных элементов, двухузловых балочных элементов, трех- и четырехузловых оболочечных элементов, восьмиузловых сплошных оболочечных элементов, элементов фермы, мембранных элементов, дискретных элементов и жестких тел. Для каждого типа элемента доступны различные формулировки.

Специализированные возможности для подушек безопасности, датчиков и ремней безопасности адаптировали LS-DYNA для применения в автомобильной промышленности.

В настоящее время LS-DYNA содержит примерно сто конститутивных моделей и десять уравнений состояния для охвата широкого диапазона поведения материалов.

Модель КЭ лобового стекла разработана с использованием элементов оболочки (рисунок 1). Слоистая структура ламинированного лобового стекла моделируется с использованием трех элементов оболочки с общими узлами на их границах: два внешних элемента оболочки представляют слои стекла, а внутренний элемент оболочки представляет промежуточный слой ПВБ. Модель КЭ разбита с использованием четырехугольных элементов с треугольными элементами в центральной области с исследованием конвергенции.

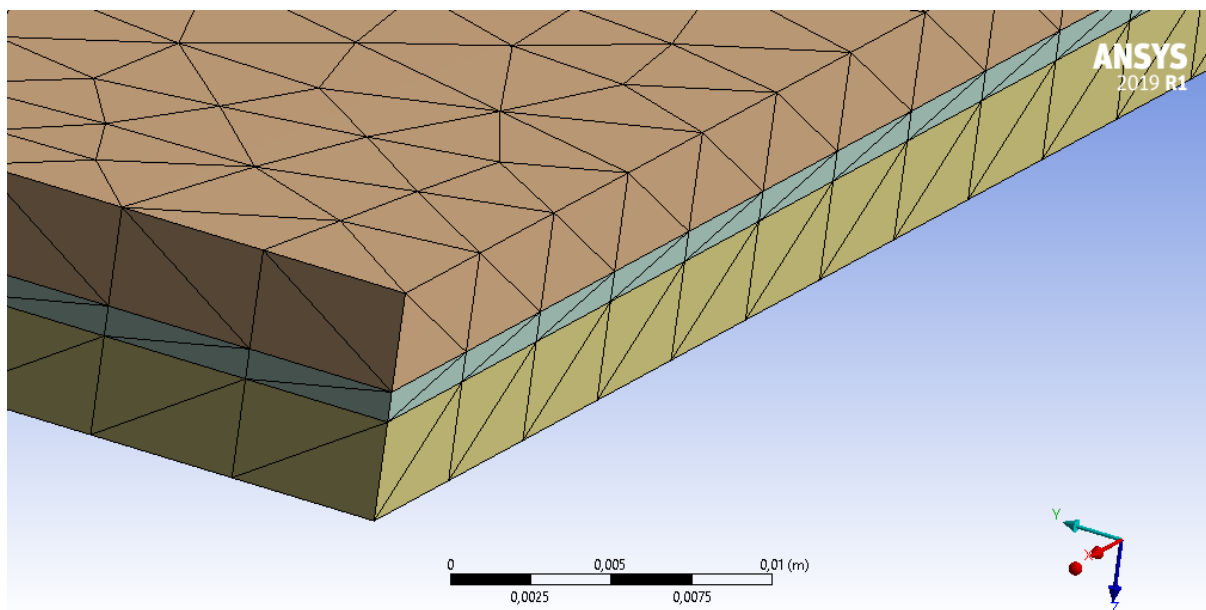


Рисунок 1 – Геометрия расчетного объекта

Проведена серия симуляций на основе платформы LS-DYNA для различных условий, чтобы получить влияние параметров на модель лобового стекла. Форма контакта между моделью головы и лобовым стеклом применяет контакт поверхность-поверхность с коэффициентом трения 0,3 [14].

В числовом алгоритме изменяется модуль Юнга стекла, деформация разрушения стеклопластика и кривая напряжения-деформации ПВБ, в соответствии с данными, указанными в таблице 1, в то время как другие условия сохраняются на их исходных значениях, показанных в таблице 2.

Затем устанавливаются четыре граничных условия, а именно: четыре края зажаты, четыре края просто подперты; левый и правый края зажаты, а верхний и нижний края просто подперты; левый и правый края просто подперты, а верхний и нижний края зажаты, с другими условиями моделирования на их исходных значениях.

Таблица 1 – Диапазон изменения параметров

Модуль упругости стекла	0,8 ГПа	8 ГПа	80 ГПа	400 ГПа	800 ГПа
Пластическая деформация разрушения стекла	6×10^{-3}	2×10^{-3}	6×10^{-4}	2×10^{-4}	6×10^{-5}
Скорость деформации кривой напряжения-деформации ПВБ	$5 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$	$3 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$	$5 \times 10^{-2} \text{ с}^{-1}$	$9 \times 10^{-2} \text{ с}^{-1}$	120 с^{-1}

Таблица 2 – Параметры, используемые в модели КЭ лобового стекла

Слой	Переменные	Значение
Слой стекла	Плотность $\rho_{\text{стекла}}$	2 600 кг/м ³
	Модуль упругости $E_{\text{стекла}}$	75 ГПа
	Коэффициент Пуассона $\nu_{\text{стекла}}$	0,3
	Предел текучести $\sigma_{\text{стекла}}$	0,145 ГПа
	Пластическая деформация до разрушения $\varepsilon_{\text{стекла}}$	0,001
	Толщина $h_{\text{стекла}}$	0,003 м
Промежуточный слой ПВБ	Плотность $\rho_{\text{ПВБ}}$	1 080 кг/м ³
	Модуль упругости $E_{\text{ПВБ}}$	2,25 ГПа
	Скорость степени изменения кривой «деформация-напряжение»	120 с^{-1}
Глобальные настройки	Граничные условия	Закреплено

Дальнейшее моделирование проводилось для проверки модели КЭ лобового стекла с помощью динамических экспериментов с ламинированным лобовым стеклом ПВБ при ударе муляжа головы, которые приведены в [14].

Скорости и углы удара муляжа головы установлены на уровне 6,6 м/с–11,2 м/с и 60 °–90 ° в соответствии с реальными данными об авариях с участием пешеходов в базе данных случаев дорожно-транспортных происшествиях в России за 2024 год [15]. Всего проведено 8 численных экспериментов, показанных в таблице 3. Моделирование с использованием наиболее точной модели лобового стекла, полученной выше, проводится в соответствии с настройками в таблице 3 для проверки модели FE лобового стекла.

Таблица 3 – Настройки параметров численного тестирования

Номер	Угол удара (°)	Скорость при ударе (м/с)
1	90	6,7
2	90	8,2
3	90	8,9
4	90	11,4
5	90	8,2
6	82	8,3
7	73	8,3
8	60	8,3

2. Выходные параметры модели

2.1. Влияние модуля Юнга стекла

Модуль Юнга относится к стеклянным слоям триплекса, в то время как ПВБ-пленка имеет значительно меньший модуль Юнга и демонстрирует вязкоупругие (пластические) свойства.

Стекло обладает очень высоким модулем Юнга по сравнению с полимерами или биологическими тканями. Это означает, что стекло чрезвычайно жесткое и мало деформируется упруго под нагрузкой. Однако именно эта жесткость делает его хрупким материалом. Когда предел прочности стекла на растяжение (который значительно ниже, чем предел прочности на сжатие) превышен, оно быстро и без значительной пластической деформации образует трещины и разрушается. Если бы лобовое стекло было из обычного (неламинированного) стекла, его высокий модуль Юнга привел бы к мгновенному образованию острых, разлетающихся осколков. Удар головой о такую поверхность означал бы катастрофические резаные и проникающие раны, а также передачу очень высоких пиковых сил из-за отсутствия поглощения энергии вязкой деформацией.

В момент контакта головы со стеклом, именно жесткость стеклянных слоев (определяемая модулем Юнга) предопределяет начальное распределение напряжений и деформаций. Однако, в отличие от многих других конструкций, где высокая жесткость желательна, в данном случае эта жесткость в сочетании с хрупкостью приводит к немедленному разрушению стеклянных слоев.

Ключевая роль ламинирования (ПВБ-пленки) заключается в изменении общего механизма разрушения лобового стекла, переключая его с чисто хрупкого на «псевдо-вязкое» при ударе. Несмотря на высокий модуль Юнга самого стекла, ПВБ-пленка, имеющая низкий модуль Юнга, способна к значительной пластической деформации, и поглощает основную часть энергии удара после того, как стеклянные слои уже разрушились. Пленка предотвращает разлет острых осколков и растягивается, демпфируя удар.

Таким образом, высокий модуль Юнга стекла способствует его быстрому разрушению (что нежелательно), но в конструкции триплекс это разрушение является частью контролируемого процесса благодаря свойствам низко модульной вязкой пленки.

Таким образом, высокий модуль Юнга самого стекла способствует его хрупкому разрушению при ударе головой. В случае обычного стекла это привело бы к крайне тяжелым, проникающим и резаным травмам.

На рисунках 2 и 3 приведены эпюры эквивалентных напряжений и деформаций в ламинированном стеклопакете при воздействии ударной нагрузки под углом 90 °.

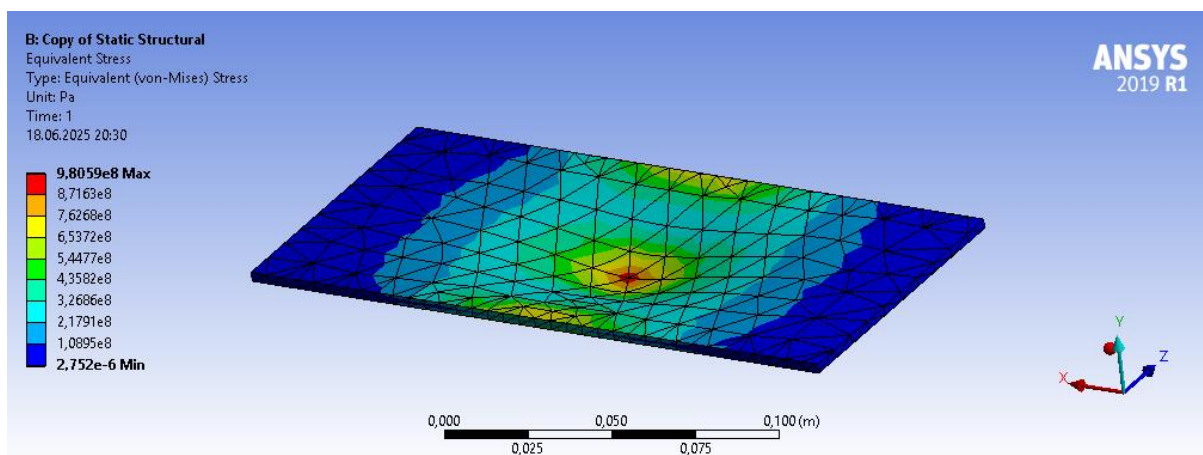


Рисунок 2 – Распределение эквивалентных напряжений в лобовом стекле

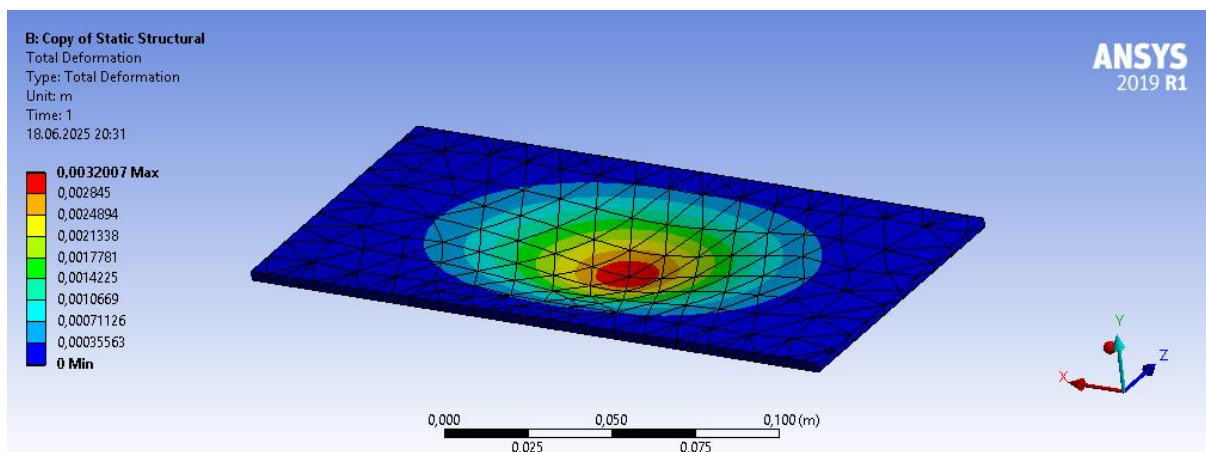


Рисунок 3 – Распределение эквивалентных деформаций в лобовом стекле

На рисунке 4 показаны кривые ускорения-времени для разных модулей Юнга стекла в сравнении с соответствующими результатами испытаний. Когда модуль Юнга стекла установлен на 700 МПа и 7 ГПа, лобовое стекло не трескается, а тенденции ускорения отличаются от экспериментальных результатов. Как только модуль Юнга стекла превышает 70 ГПа, начинают образовываться трещины, интенсивность их появления становится выше с повышением модуля Юнга. Когда модуль Юнга стекла установлен на 70 ГПа, результаты моделирования и экспериментальные результаты кривой ускорения становятся ближе. Независимо от трещин, ускорение модели головы увеличивается с увеличением модуля Юнга стекла.

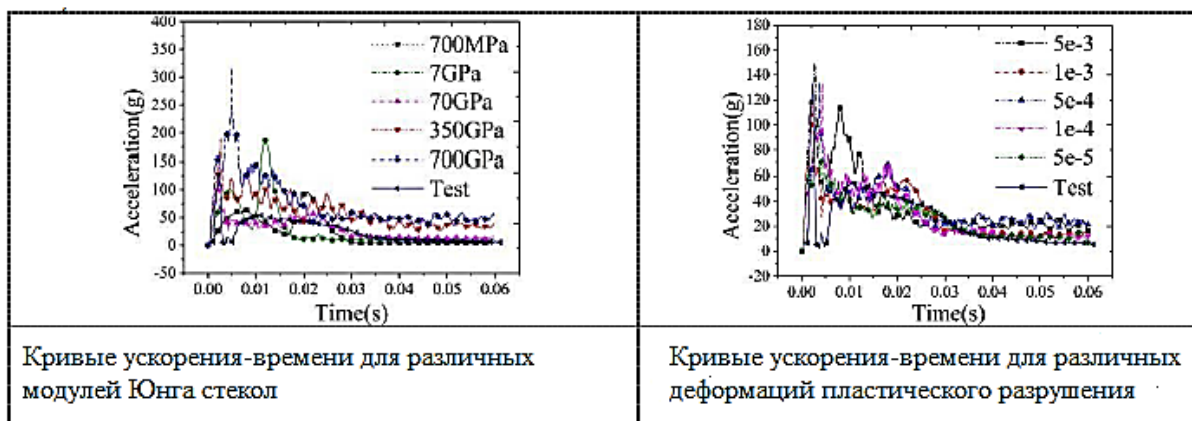


Рисунок 4 – Кривые ускорения-времени для различных модулей упругости стекол и деформаций пластического разрушения

С увеличением модуля Юнга стекла лобовое стекло становится жестче, поэтому пиковое ускорение соответственно увеличивается. Поскольку предел текучести и пластическая деформация разрушения фиксированы, деформация разрушения становится меньше, и трещины легче образуются с увеличением предела текучести стекла.

2.2 Влияние пластической деформации разрушения

При ударе головой о лобовое стекло автомобиля во время ДТП пластическая деформация играет критически важную роль в механизме разрушения стекла и, как следствие, в тяжести полученных травм. Современные лобовые стекла автомобилей, как уже было отмечено, не являются обычным стеклом. Именно ПВБ-пленка придает лобовому стеклу особые свойства, связанные с пластической деформацией.

Результаты численных экспериментов позволяют утверждать, что вязкий слой ПВБ способен к значительной пластической деформации. Когда голова ударяется о стекло, стекло ломается (хрупкое разрушение), но осколки остаются приклеенными к эластичной ПВБ-пленке. Сама пленка растягивается и деформируется. Эта пластическая деформация пленки поглощает значительную часть кинетической энергии удара, рассеивая ее. За счет поглощения энергии пиковые нагрузки, передающиеся на голову, значительно снижаются по сравнению с ударом о жесткую, недеформируемую поверхность. Это приводит к уменьшению пикового замедления головы, что является ключевым фактором в предотвращении тяжелых черепно-мозговых травм.

Хрупкое разрушение обычного стекла приводит к образованию острых, проникающих осколков, которые могут вызвать глубокие резаные раны головы, лица, глаз, а также проникающие травмы мозга. Благодаря ПВБ-пленке, осколки триплекса остаются прикрепленными к ней, образуя «паутину» трещин, но не разлетаются. Это значительно снижает риск рвано-ушибленных и резаных ран мягких тканей головы и лица, а также предотвращает проникающие травмы.

За счет демпфирования удара лобовым стеклом энергия, передающаяся на череп, уменьшается. Это снижает вероятность переломов костей черепа и непосредственного ушиба мозга.

Таким образом, можно утверждать, что пластическая деформация полимерного слоя в лобовом стекле является ключевым свойством, которое позволяет стеклу поглощать энергию удара, предотвращать образование опасных осколков и, в конечном итоге, значительно снижать тяжесть травм головы и лица при столкновениях.

На рисунке 4 показаны кривые ускорения-времени для различных пластических деформаций разрушения по сравнению с соответствующими результатами испытаний. С увеличением пластической деформации разрушения ускорение, очевидно, не меняется. С уменьшением пластической деформации разрушения трещины становятся более интенсивными. Когда пластическая деформация разрушения установлена на 1×10^{-3} и 5×10^{-4} , результаты моделирования и эксперимента лучше согласуются.

Из-за фиксированных предела текучести и модуля Юнга разрушающее напряжение становится меньше с уменьшением пластической деформации разрушения. Трещины становятся более интенсивными, так как зарождение трещин становится более легким.

2.3. Влияние кривой напряжения-деформации ПВБ и граничных условий

По сравнению с применением динамической кривой напряжения-деформации второй пик ускорения неочевиден, когда используются квазистатические кривые напряжения-деформации. Когда же применяются квазистатические кривые напряжения-деформации с разной скоростью деформации, полученные кривые ускорения не сильно отличаются. Кроме того, результаты моделирования и эксперимента по кривой ускорения ближе, когда применяется динамическая кривая напряжения-деформации.

Из результатов квазистатических и динамических испытаний образцов на растяжение мы можем видеть, что материалы ПВБ демонстрируют различные характеристики растяжения при динамических и квазистатических нагрузках [7]. Кроме того, сам процесс удара является динамическим процессом. Поэтому результаты, полученные при применении динамической кривой испытания на растяжение, больше соответствуют реальной ситуации.

Данные численного анализа показывают, что кривые ускорения-времени при различных граничных условиях в сравнении с соответствующими результатами испытаний мало отличаются друг от друга. Это показывает, что граничные условия оказывают лишь небольшое влияние на характеристики напряженно-деформированного состояния стеклопакета.

Заключение

При конечно-элементном моделировании лобового стекла с ламинированной структурой проведена серия симуляций в различных условиях для получения влияния входных параметров на модель лобового стекла. Предложена модель конечных элементов с правильными настройками параметров. Приведены результаты численного исследования влияния механических характеристик лобового стекла на параметры безопасности в дорожно-транспортных происшествиях. Развитие этих моделей, включая более точные конститутивные модели для ПВБ, усовершенствованные алгоритмы моделирования разрушения стекла и эффективные вычислительные методы, продолжает играть ключевую роль в повышении пассивной безопасности автомобилей, снижая риск травм и спасая жизни при ДТП. Будущее этой области связано с интеграцией МКЭ с методами машинного обучения для ускорения оптимизации и с более точным учетом физиологических моделей травмирования. Исследование обеспечивает надежный шаг для будущих систематических численных исследований динамики лобового стекла, подверженного удару головы.

Список литературы

1. Поливинилбутираль (PVB): обзор рынков стран СНГ и мирового рынка / Инвестиционная группа «Профессиональные Комплексные Решения». – Москва : Market Publishers, 2017. – 466 с.
2. Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма / А. Джонстон [и др.] ; под ред. М. Педен [и др.] ; пер. Н. В. Заборин [и др.]. – Москва : Весь Мир, 2004. – 258 с. – ISBN 5-7777-0158-2.
3. Аннин, Б. Д. Неклассические модели теории пластин и оболочек / Б. Д. Аннин, Ю. М. Волчков // Прикладная механика и техническая физика. – 2016. – Т. 57. – № 5. – С. 5–14.
4. Analysis of damage in laminated automotive glazing subjected to simulated head impact / L. R. Dharani, Sh. Zhao, L. Chai, S. D. Barbat // Engineering failure analysis. – 2006. – № 13(4) – P. 582–597.
5. A numerical model on PVB laminated windshield subjected to headform low-speed impact / X. Q. Xu, B. H. Liu., Y. Wang [et al.] // Journal of Physics : Conference Series. – 2013. – V. 451. – P. 1–6.
6. Otte, D. Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German – In-Depth Accident Study GIDAS / D. Otte, M. Jansch, C. Haasper // Accid Anal Prev. – 2012. – № 44(1). – P. 149–153.
7. Pyttel, T. Failure criterion for laminated glass under impact loading and its application in finite element simulation / T. Pyttel, H. Liebertz, J. Cai // International Journal of Impact Engineering. – 2011. – № 38(4). – P. 252–263.
8. Sun, D. Z. Modelling of the failure behaviour of windscreens and component tests / D. Z. Sun, F. Andrieux, A. Ockewitz // Journal of Automotive Technology. – 2015. – № 10(3). – P. 542–558.
9. Бандорин, В. Г. Влияние концентрации растворов поливинилнитрата и поливинилбутирала на их поверхностные кислотно-основные характеристики / В. Г. Бандорин, Н. В. Баранова, С. А. Богданова [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 9. – С. 70–72.
10. Wingren, M. Windscreen study using a free moving headform: An investigation of windscreen behaviour when subjected to headform impact / M. Wingren // Proc Inst Mech Eng Part D-J Automob Eng. – 2011. – № 197(D2). – P. 62–88.
11. ГОСТ 9439-85. Поливинилбутираль. Технические условия : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 марта 1985 г. № 627 : взамен ГОСТ 9439-73 / разработан Министерством химической промышленности. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – 38 с.
12. ECE/TRANS/180/Add.9. Agreement concerning the establishing of global technical regulations for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles : Global technical regulation No. 9 "Pedestrian safety" : Done at Geneva on 25 June 1988 : Addendum : Established in the Global Registry on 12 November 2008. – 2008. – 74 p. – URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29registry/ECE-TRANS-180a9e.pdf> (дата обращения: 18.06.2025). – Текст : электронный.
13. LS-DYNA Theory Manual. – 2025. – 898 p. – URL: https://ftp.lstc.com/anonymous/outgoing/web/ls-dyna_manuals/DRAFT/DRAFT_Theory.pdf (дата обращения: 19.06.2025). – Текст : электронный.
14. Numerical study of PVB laminated windshield cracking upon human head impact / J. Xu, Y. B. Li, X. Chen X [et al.] // Computers, Materials & Continua. – 2010. – № 18(2). – P. 183–211.
15. Статистика ДТП по России за 2024 год. – Текст : электронный // RusDTP.ru : [сайт]. – URL: <https://rusdtp.ru/stat-dtp/> (дата обращения: 20.06.2025).

Л. П. Вовк, Е. С. Кисель
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Конечно-элементная модель ветрового стекла автомобиля

Конечно-элементное моделирование ветрового стекла автомобиля является неотъемлемой частью современного процесса проектирования и оценки безопасности. Благодаря способности метода конечного элемента обрабатывать сложную геометрию, неоднородные материалы, нелинейные процессы и динамические нагрузки, инженеры могут с высокой точностью предсказывать поведение стекла в различных эксплуатационных условиях, а также при критических воздействиях, таких как удар. В этой статье представлена эффективная конечно-элементная модель лобового стекла для систематических численных исследований на основе метода конечных элементов для изучения способности поглощения энергии и конструкции безопасности поливинилбутирального ламинированного ветрового стекла. Приведены результаты численного исследования влияния механических характеристик лобового стекла на параметры безопасности в дорожно-транспортных происшествиях.

МНОГОСЛОЙНОЕ СТЕКЛО, КОНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ, ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

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
Finite Element Model of the Automobile Windshield

Finite element modelling of the automobile windshield is an integral part of the modern design and safety assessment process. Due to the ability of the finite element method to handle complex geometry, heterogeneous materials, nonlinear processes and dynamic loads, engineers can accurately predict the behavior of the glass under various operating conditions, as well as under critical impacts such as impact. This paper presents an efficient finite element model of the windshield for systematic numerical studies based on the finite element method to study the energy absorption capacity and safety design of polyvinyl butyral laminated windshield. The results of numerical study of the influence of windshield mechanical characteristics on safety parameters in road accidents are presented.

LAMINATED GLASS, FINITE ELEMENT, NUMERICAL ANALYSIS, MATHEMATICAL MODELLING OF EMERGENCY SITUATIONS

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 23.06.2025
 © Л. П. Вовк, Е. С. Кисель, 2025
 Рецензент: В. В. Быков, канд. техн. наук, доц.,
 Автомобильно-дорожный институт
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.7/8

В. В. Губа, канд. техн. наук, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова

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

К ВОПРОСУ СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Рассмотрена актуальная проблема совершенствования технологии регулирования водно-теплового режима дорожных конструкций при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. Обоснована необходимость повышения стабильности дорожных конструкций путем целенаправленного управления водно-тепловым режимом в течение года. Отмечены недостатки существующих методов предотвращения осенне-весеннего снижения прочности грунтов. Предложен подход, предусматривающий создание водо- и гидроизолирующих прослоек из геосинтетических материалов (геотекстиля) при одновременном контроле физико-механических свойств конструкции. Определены условия влияния климатических, гидрологических, почвенно-геологических факторов, особенности рельефа и водоотведение на эксплуатируемых дорогах.

***Ключевые слова:** земляное полотно, водно-тепловой режим, нагрузка, материал, армирование*

Введение

Одним из наиболее актуальных вопросов строительства и реконструкции автомобильных дорог является усовершенствование технологии регулирования водно-теплового режима (ВТР) дорожной конструкции автомобильной дороги. Долговечность и надежность дорожной конструкции следует повышать за счет направленного регулирования стабилизации ее водно-теплового режима в течение года. Существующие методы предотвращения возможности осенне-весеннего снижения прочности грунтов имеют ряд недостатков, поэтому возникает потребность совершенствования технологии регулирования ВТР путем сохранения дорожной конструкции в сухом состоянии за счет создания водо- и гидроизолирующих прослоек из геосинтетических материалов (геотекстиля), с одновременным контролем физико-механических свойств дорожной конструкции.

Постановка проблемы

Тенденции развития дорожного хозяйства Донецкой Народной Республики позволяют сделать вывод о том, что при ограниченных финансовых ресурсах на первое место выступают работы по сохранению сети существующих дорог и обеспечению нормативного транспортно-эксплуатационного состояния.

Среди групп факторов, которые влияют на условия эксплуатации автомобильных дорог Донецкой Народной Республики, необходимо учитывать климатические и гидрологические условия, почвенно-геологические условия, особенности рельефа местности вследствие просадки грунтов на шахтных полях различных уровней заделки, а также особенности водоотведения и использование местных строительных материалов в существующих дорожных конструкциях.

Анализ публикаций

В дорожном строительстве и эксплуатации дорог выделяют особые климатические зоны, которые учитывают специфику природных условий территории. Эти зоны определены нормативными документами: СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» и ГОСТ Р 55912-2020 «Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха» [1, 2].

СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» устанавливает климатические параметры для проектирования зданий, сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения, а также для планировки и застройки городских и сельских поселений. Однако этот документ фокусируется на общих климатических параметрах, а не на дорожно-климатическом районировании.

ГОСТ Р 55912-2020 «Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха» устанавливает номенклатуру климатических показателей наружного воздуха, используемых в строительной климатологии. Стандарт устанавливает перечень параметров, которые применяются при проектировании зданий, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, а также при планировании и застройке территорий.

Однако информация о дорожно-климатическом районировании содержится в СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги» [3], в котором установлены нормы проектирования автомобильных дорог общего пользования, расположенных вне границ населенных пунктов. В этом документе приложение Б посвящено дорожно-климатическому районированию.

Цель исследования

Поиск технологий, которые позволят регулировать водно-тепловой режим дорожной конструкции автомобильных дорог, расположенных на территории Донецкой Народной Республики.

Основной материал

Территория Донецкой Народной Республики находится на юго-востоке Российской Федерации и относится к III дорожно-климатической зоне. Климат Донецкой Народной Республики – умеренно континентальный с засушливо-суховежными явлениями. Средняя температура: январь – от $-7,8$ °С на севере и до $-5,4$ °С на юге; июль – от $+20,8$ °С на севере и $+22,8$ °С на юге. Выпадение осадков за год составляет от 450 мм на юге и до 500 мм в пределах Донецкого кряжа.

Особенностью Донецкой Народной Республики является преимущественно равнинный рельеф местности (высота до 200 метров), который пересечен оврагами и балками. На северо-востоке возвышается Донецкий кряж, достигающий высоты 367 метров. Его поверхность изрезана долинами рек. К западу кряж плавно переходит в Приднепровскую низменность, а к югу – в Приазовскую низменность с отдельными возвышенностями, такими как Могила-Гончариха и Саур-Могила. На юге расположена узкая полоса Причерноморской низменности, которая обрывается к Азовскому морю. В районах, где встречаются известняки и соляные отложения, формируются карстовые формы рельефа. Отличительная черта рельефа республики – наличие антропогенных форм, таких как терриконы и карьеры.

Территория Донбасса представляет собой тектоническую зону с двойственным положением. С одной стороны, он связан с докембрийской Восточно-Европейской платформой, а с другой – с Предкавказской эпигерцинской платформой. По совокупности признаков, это палеозойский трог, который вклинился в пределы платформы. Палеозойские породы здесь сильно смяты в складки, что привело к образованию множества тектонических нарушений. В породах каменноугольного и пермского периодов обнаружены крупные месторождения каменного угля и солей. Складчатые породы перекрыты полого залегающими отложениями

мезозойской и кайнозойской эпох.

Почвенный покров большей части Донецкой Народной Республики представлен черноземами. В северных районах встречаются дерновые слабоподзоленные почвы, а вдоль побережья Азовского моря – слабо осолоделые черноземы и солонцы. С удалением на север содержание минералов, необходимых для растений, в черноземах уменьшается. Почвенно-геологические условия – тяжелый суглинок, глина. В зимний период, средняя глубина промерзания составляет 0,95 м.

Таким образом, с учетом особенностей территории Донецкой Народной Республики, а также почвенно-геологических и климатических условий, возникает необходимость стабилизации водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог Донбасса.

Водная среда оказывает значительное влияние на эксплуатационные характеристики асфальтобетонного покрытия. К источникам влаги относятся атмосферные осадки, испарение, грунтовые воды и увлажнители иного происхождения. Проникновение влаги в структуру асфальтобетона приводит к изменению его механических свойств. Это происходит из-за отделения битумной пленки от минеральных частиц, что вызывает разнообразные виды повреждений.

Долговечность асфальтобетонных покрытий зависит от водно-теплового режима, который формируется на основании и земляном полотне. В пределах одного региона температурные колебания асфальтобетона в дорожном покрытии могут варьироваться от 70 °С до 100 °С, а среднегодовые значения – от 50 °С до 80 °С.

На рисунке приведен дорожно-эксплуатационный климатический график, в котором видна зависимость модуля упругости дорожной конструкции от климатических условий.

Анализируя дорожно-эксплуатационный климатический график, можно сделать вывод, что в Донецкой Народной Республике период промерзания грунта и дорожной конструкции находится в пределах первых декад ноября – марта. С максимальной глубиной промерзания 0,95 м. Период полного замерзания дорожной конструкции не влияет на возможность пропуска нормативных нагрузок, так как не теряется необходимый модуль упругости.

С точки зрения сохранения необходимого уровня модуля упругости дорожной конструкции проблемным являются периоды перед замерзанием и оттаиванием, когда дорожная конструкция накапливает влагу. Минимальное значение модуля упругости дорожная конструкция получает во время накопления влаги в грунте после таяния снега (для III технической категории $E_{упр} = 225$ МПа). Для Донецкой Народной Республики – в конце марта.

Факторы, регулирующие испарение, можно разделить на две группы:

- 1) факторы, влияние которых можно выразить через постоянные коэффициенты;
- 2) факторы, требующие прямого измерения.

В первую группу входят факторы (удельная теплоемкость воздуха, скрытая теплота испарения и т. д.), которые изменяются в очень узких пределах или несущественно влияют на ход испарения. Установлено, что испарение прямо пропорционально плотности воздуха и обратнопропорционально атмосферному давлению. Причем они сами связаны между собой, поэтому в обычных условиях изменение давления воздуха практически не влияет на скорость испарения.

Ко второй группе факторов, от которых зависит интенсивность испарения, относят:

- 1) температуру и влажность воздуха,
- 2) скорость ветра,
- 3) плотность и влажность грунта,
- 4) толщину сухого слоя грунта, через который диффундируют водяные пары в атмосферу.

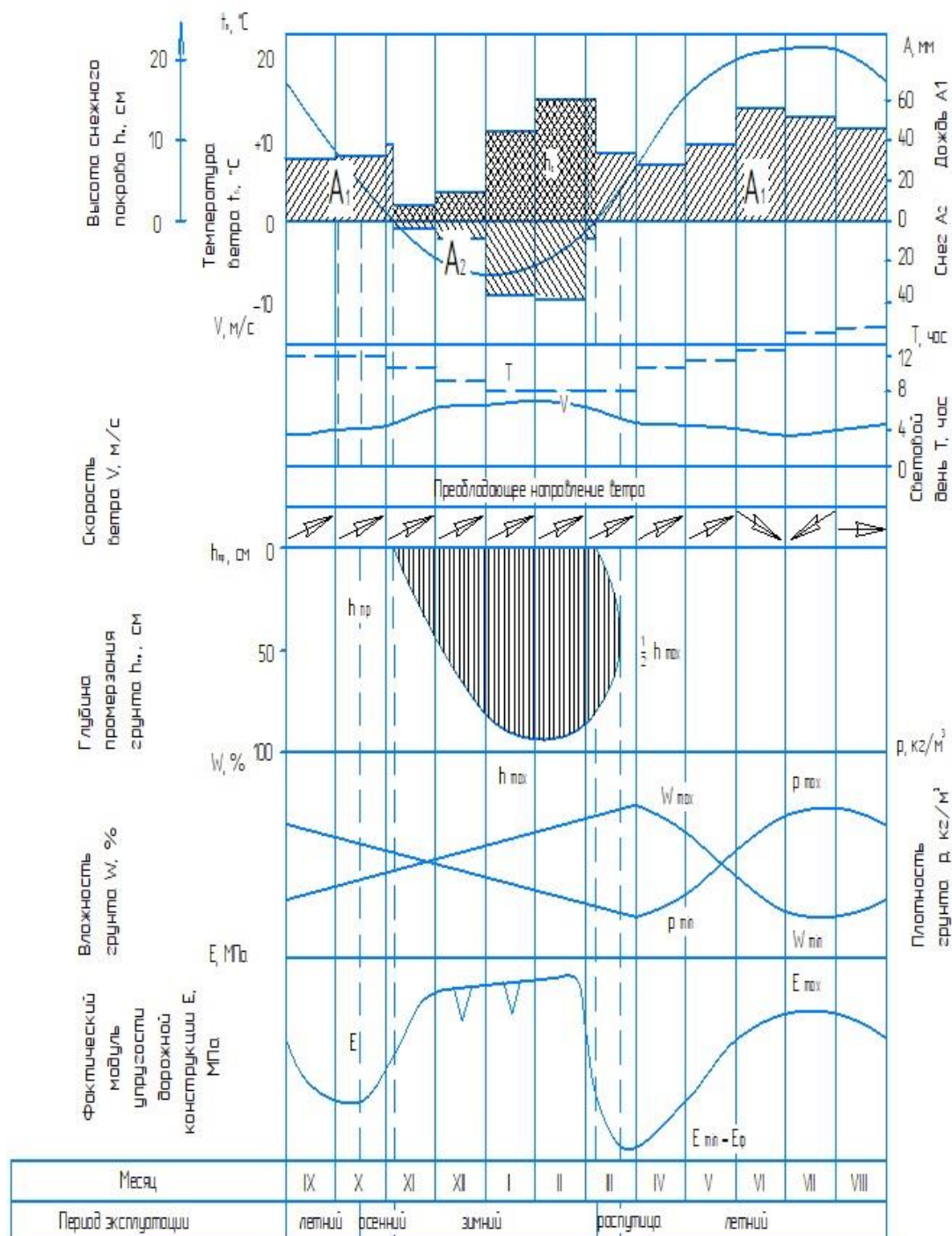


Рисунок – Дорожно-эксплуатационный климатический график
Донецкой Народной Республики

Методы регулирования водно-теплового режима земляного полотна можно разделить на четыре основные группы [4].

Первая группа включает мероприятия по замене и улучшению грунта: возведение верхней части насыпи из непучинистых или слабопучинистых грунтов, устройство морозозащитных слоев, улучшение зернового состава грунта и обработку его вяжущим. Благодаря такому укреплению обеспечиваются сравнительно высокие значения прочностных характеристик и деформационных характеристик грунтов под дорожной одеждой, уменьшается пучинистость покрытия и ограничивается поступление атмосферных осадков в грунт земляного полотна.

Вторая группа объединяет мероприятия по отводу воды с дорожной одежды, включая

устройство дренирующих слоев и прослоек, дренажи мелкой заделки. Дренирующий слой необходимо устраивать из высоко проницаемой скелетной смеси (щебня или гравия) открытого типа (с незаполненными пустотами) и укладывать этот слой под дорожной одеждой по всей ее ширине с дренажными трубами для сбора и быстрого отвода воды за пределы земляного полотна. В большинстве случаев значения коэффициентов фильтрации должны находиться в диапазоне от 1,7 до 35 см/с.

В третью группу входят мероприятия, которые регулируют тепловой режим земляного полотна путем устройства теплоизоляционных слоев. Опыт показывает, что теплоизоляционные материалы должны обладать минимальной прочностью. Теплоизоляционные слои малопрочных материалов могут быть причиной снижения прочности дорожной одежды. Это обусловлено сжимаемостью самого теплоизоляционного слоя и невозможностью достичь необходимой степени уплотнения верхних слоев. В качестве теплоизоляционных слоев можно также использовать аглопоритовый щебень и песок, керамзитовый гравий, укрепленные неорганическими вяжущими.

К четвертой группе следует отнести меры по ограничению увлажнения земляного полотна поверхностными и грунтовыми водами: защита его в процессе строительства; отвод воды с обочин и их укрепление; осушение разделительной полосы и полосы отвода; обеспечение минимального возвышения низа дорожной одежды над уровнем поверхностных и грунтовых вод путем устройства насыпей или снижения уровня грунтовых вод; строительство паро- и гидроизолирующих слоев, капилляропрерывающих прослоек; применение электро- и химических методов, а также уплотнения грунтов. Наиболее распространены мероприятия по водоотведению, которые включают: устройство нагорных и водоотводных канав, планирование резервов, выемок, полотна дороги и т. д.

Для улучшения водно-теплового режима земляного полотна можно использовать геосинтетические материалы для обустройства дренирующих, капилляропрерывающих прослоек, по которым были разработаны и внедрены нормативные документы: ГОСТ Р 55028-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства» [5], ГОСТ 32491-2013 «Материалы геосинтетические. Метод испытания на растяжение с применением широкой ленты» [6] и др.

Синтетические материалы (СМ) или геосинтетики – это материалы, которые изготавливают из различных типов полимеров и используют в различных отраслях строительства и коммунального хозяйства, в состав которых входят грунты в разном состоянии или отходы производства. В геосинтетики могут включаться также и несинтетические компоненты.

В дорожном строительстве СМ используют для повышения устойчивости и долговечности дорожной конструкции как в процессе нового строительства, так и во время реконструкции и капитального ремонта. СМ применяют для создания парогидроизоляционных, армирующих, дренирующих и защитных прослоек.

Эффективность применения дорожных конструкций с прослойками из СМ оценивают путем их технико-экономического сравнения с традиционными конструктивными решениями. Устройство прослоек из СМ позволяет: уменьшить затраты на традиционные дорожно-строительные материалы, объемы земляных работ, материалоемкость дорожной конструкции, энергозатраты при строительных и ремонтных работах, транспортные расходы; сократить сроки строительства; повысить эксплуатационную надежность и увеличить сроки службы дорожной конструкции. Это достигается за счет выполнения СМ таких функций: гидроизоляция, разделение, армирование, фильтрация, дренирование, создание барьера для влаги.

В таблице приведены виды СМ и область применения в дорожном строительстве.

Для обеспечения парогидроизоляции дорожной конструкции следует использовать геосинтетические материалы, которые совмещают фильтрующие и армирующие свойства [7, 8].

С этой целью необходимо использовать геокомпозиаты, которые выполняют функции капилляропрерывающей прослойки, гидроизоляции, защиты от шахтных и поверхностных вод, атмосферных осадков.

Таблица – Геосинтетические материалы в дорожном строительстве

Наименование изделия	Условное сокращенное название	Общая характеристика	Область применения
1	2	3	4
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 20	Поверхностная плотность – 130 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 13; поперечное – 12; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 40	Поверхностная плотность – 190 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 15; поперечное – 9; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 45	Поверхностная плотность – 230 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 13; поперечное – 9; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 60	Поверхностная плотность – 300 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 13; поперечное – 9; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность – 150 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 5,0 кН/м; поперечном – 3,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях)
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность – 200 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 8,0 кН/м; поперечном – 6,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях). Материал отличается высоким сопротивлением полотна раздиру и прокалыванию, в том числе и при укладке
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность 250 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 7,0 кН/м; поперечном – 7,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях). Материал отличается высоким сопротивлением полотна раздиру и прокалыванию, в том числе и при укладке
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность – 300 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 12,0 кН/м; поперечном – 9,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200; по ширине – 7,3. Удлинение при разрыве, %: по длине – 80; по ширине – 110. Ширина – 180 см	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях). Материал отличается высоким сопротивлением полотна раздиру и прокалыванию, в том числе и при укладке автомобилем, кровли зданий, для армирования грунтов земляного полотна, фильтрации воды

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Геосетка	Нефтефаз ГРУНТСЕТ	Масса на единицу площади – 150 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 30,0; по утку – 30,0. Удлинение при разрыве – 4,0 %. Ширина – 5,4 м	Используется в качестве защитно-армированной прослойки для обеспечения устойчивости и стабильности грунтовых конструкций: – при строительстве насыпей на слабых основаниях; – при строительстве временных дорог, подъездных путей и площадок различного назначения; – в комбинациях с другими геосинтетическими материалами (неткаными и другими геосинтетическими продуктами)
Полимерные геосетки	ПС-Полисет	Масса на единицу площади – 160 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 50,0; по утку – 50,0. Удлинение при разрыве – 13,0 %. Ширина – 5,0 м	Используется для армирования дорожных одежд, которые вступают в контакт с крупнофракционными материалами; для армирования крутых откосов; для избавления от оседаний грунтовых оснований; для стабилизации слабых грунтовых оснований
Геосетки	Полиэф-Грунт	Масса на единицу площади – 450 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 60,0; по утку – 60,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %. Ширина – 5,0 м	Используются для армирования грунтовых прослоек; они являются конструктивным элементом дорожной одежды, располагающимся между нижними слоями основания. Благодаря проникновению материала засыпки в отверстия глазков достигается взаимодействие с грунтом
Геосетки	Полиэф-Грунт	Масса на единицу площади – 600 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 80,0; по утку – 80,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используются для армирования грунтовых прослоек; они являются конструктивным элементом дорожной одежды, располагающимся между нижними слоями основания. Благодаря проникновению материала засыпки в отверстия глазков достигается взаимодействие с грунтом
Геокомпозит	Полиэф-ТК	Поверхностная плотность – 380 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 50,0; по утку – 50,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации; для перекрытия участков обрушения грунта

Окончание таблицы

1	2	3	4
Геокомпозит	Полиэф-Арм	Поверхностная плотность 650 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 60,0; по утку – 60,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации; для перекрытия участков обрушения грунта
Геокомпозит	Полиэф-ТК	Поверхностная плотность – 640 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 100,0; по утку – 100,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации
Геокомпозит	Полиэф-Арм	Поверхностная плотность – 800 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 110,0; по утку – 110,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации

Заключение

Среди групп факторов, влияющих на условия эксплуатации автомобильных дорог в Донецкой Народной Республике, следует выделить климатические и гидрологические условия, почвенно-геологические условия и особенности рельефа вследствие проседания грунтов на шахтных полях различных уровней заделки, особенности применения местных строительных материалов в дорожных конструкциях существующих сооружений.

Проанализировав существующие методы регулирования водно-теплового режима дорожной конструкции, можно сделать вывод, что наиболее эффективным к дальнейшему рассмотрению является регулирование за счет устройства парогидроизоляционных слоев именно из геосинтетических материалов, которые позволяют снизить объемы земляных работ и стоимость процесса регулирования ВТР дорожной конструкции.

Для обеспечения парогидроизоляции дорожной конструкции следует использовать геосинтетические материалы, которые совмещают фильтрующие и армирующие свойства. С этой целью необходимо использовать геокомпозиты, которые одновременно выполняют функции капилляропрерывающей прослойки, гидроизоляции, защиты от шахтных и поверхностных вод, атмосферных осадков.

Список литературы

1. СП 131.13330.2025. Строительная климатология (СНиП 23-01-99) : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 8 августа 2025 г. № 470/пр и введен в действие с 9 сентября 2025 г. : взамен СП 131.13330.2020 (СНиП 23-01-99. Строительная климатология) : дата введения 2025-09-09 / разработан федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» при участии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство» : подготовлен к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации : зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Минстрой России, 2025. – 245 с.
2. ГОСТ Р 55912-2020. Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха (ISO 15927-1:2003, NEQ) : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 ноября 2020 г. № 1029-ст : взамен ГОСТ Р 55912-2013 : дата введения 2020-11-03 / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» при участии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство». – Москва : Стандартинформ, 2020. – 15 с.
3. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги (СНиП 2.05.02-85) : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 9 февраля 2021 г. № 53/пр : взамен 34.13330.2012 (СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги) : дата введения 2021-08-10 / разработан ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ», ФГБОУ «МАДИ» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство» : подготовлен к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации : зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Минстрой России, 2021. – 122 с.
4. Черный, Г. И. Принципы применения метода армирования грунтов в сложных почвенных условиях / Г. И. Черный, Р. К. Ковальский // Строительные конструкции. – 2001. – № 55. – С. 154–158.
5. ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения : издание официальное : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 октября 2012 г. № 557-ст : введен впервые : дата введения 2013-04-01 / разработан Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский институт транспортно-строительного комплекса» совместно с Обществом с ограниченной ответственностью «Мегатех инжиниринг» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство». – Москва : Стандартинформ, 2023. – 11 с.
6. ГОСТ 32491-2013. Материалы геосинтетические. Метод испытания на растяжение с применением широкой ленты (ISO 10319:2008, MOD) : издание официальное : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. № 2312-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 32491-2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 01 января 2015 г. : введен впервые : дата введения 2015-01-01 / разработан Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство». – Москва : Стандартинформ, 2014. – 17 с.
7. Перков, Ю. Р. Применение геотекстильных и геопластиковых материалов при строительстве ремонте автомобильных дорог / Ю. Р. Перков, А. П. Фомин // Применение геосинтетики и геопластиков при строительстве и ремонте автомобильных дорог : сборник научных трудов Союздорнии. – Москва, 1998. – Вып. 196. – С. 48.
8. Львович, Ю. М. Геосинтетические и геопластиковые материалы в дорожном строительстве : Обзорная информация / Ю. М. Львович ; Информавтордор. – Москва, 2002. – Вып. 7. – 115 с.

В. В. Губа, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

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

К вопросу стабилизации водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог

Современное дорожное строительство сталкивается с комплексом вызовов, связанных с обеспечением долговечности и надежности автомобильных дорог. Одним из наиболее критичных факторов, определяющих эксплуатационные характеристики дорожного полотна, выступает водно-тепловой режим дорожной конструкции.

Неконтролируемые колебания влажности и температуры в слоях земляного полотна приводят к снижению несущей способности, образованию трещин, просадок и других дефектов, требующих дорогостоящего ремонта. Стабильность дорожной конструкции напрямую зависит от способности поддерживать оптимальные водно-тепловые параметры в течение всего годового цикла. Особенно остро эта проблема проявляется в периоды осенне-весенних переходов через ноль, когда многократные циклы замерзания-оттаивания провоцируют резкое снижение прочности грунтов.

Существующие методы регулирования водно-теплого режима обладают рядом существенных недостатков: недостаточной эффективностью влагозащиты, высокой стоимостью реализации, сложностью технологического исполнения и ограниченным сроком службы. Это обуславливает необходимость разработки инновационных подходов, сочетающих надежность, экономичность и технологичность. Предлагается перспективное решение – создание водо- и гидроизолирующих прослоек из геосинтетических материалов (в частности, геотекстиля). Данный метод позволит: эффективно изолировать дорожную конструкцию от избыточной влаги; поддерживать оптимальный влажностный режим в несущей части полотна; контролировать физико-механические свойства конструкции в процессе эксплуатации.

Особое значение исследование приобретает для регионов со сложными природно-климатическими условиями, таких как Донецкая Народная Республика. Здесь на эксплуатацию дорог влияет комплекс факторов: специфические климатические и гидрологические условия; особенности почвенно-геологического строения; сложный рельеф с участками просадки грунтов; специфические требования к системам водоотведения; необходимость использования местных строительных материалов.

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО, ВОДНО-ТЕПЛОЙ РЕЖИМ, НАГРУЗКА, МАТЕРИАЛ, АРМИРОВАНИЕ

V. V. Guba, K. R. Guba, L. N. Tretiakova
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka
Stabilization of the Road Bed Water-Thermal Regime

Modern road construction is facing a complex of challenges related to ensuring the durability and reliability of roads. One of the most critical factors determining the operational characteristics of the roadway is the water-thermal regime of the road structure. Uncontrolled fluctuations in humidity and temperature in the layers of the earth bed lead to the bearing capacity decrease, the formation of cracks, subsidence and other defects requiring expensive repairs. The stability of the road structure directly depends on the ability to maintain optimal water and thermal parameters throughout the entire annual cycle. This problem is especially acute during the autumn-spring transitions through zero degrees, when multiple cycles of freezing and thawing provoke a sharp decrease in soil strength.

The existing methods of regulating water-thermal regime have a number of significant disadvantages: insufficient effectiveness of moisture protection, high cost of implementation, complexity of technological execution and limited service life. This necessitates the development of innovative approaches that combine reliability, cost-effectiveness and adaptability. A promising solution is proposed, namely the creation of water and waterproofing layers from geosynthetic materials (in particular, geotextiles). This method will allow to effectively isolate the road structure from excess moisture; to maintain an optimal humidity regime in the bearing part of the road surface; to control the physical and mechanical properties of the structure during operation.

The study is of particular importance for regions with difficult natural and climatic conditions, such as the Donetsk People's Republic. Here, the operation of roads is influenced by a complex of factors: specific climatic and hydrological conditions; features of the soil and geological structure; complex terrain with subsidence areas; specific requirements for drainage systems; the need to use local building materials.

ROAD BED, WATER-THERMAL REGIME, LOAD, MATERIAL, REINFORCEMENT

Сведения об авторах:

В. В. Губа

SPIN-код РИНЦ: 7398-9000
 Телефон: +7 949 367-31-88
 Эл. почта: guba.victorya@yandex.ru

К. Р. Губа

SPIN-код РИНЦ: 6818-8047
 Телефон: +7 949 367-31-90
 Эл. почта: guba.constantin@yandex.ru

Л. Н. Третьякова

SPIN-код РИНЦ: 9623-0647
 Телефон: +7 949 372-17-82
 Эл. почта: lyda-tret5667@yandex.ru

Статья поступила 10.11.2025

© В. В. Губа, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова, 2025
Рецензент: Л. Н. Морозова, канд. техн. наук, доц.,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502.31:316.346.32-053.6

Е. Ю. Руднева, канд. экон. наук, О. Л. Дариенко, Д. С. Борисов

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

СОЦИАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДОНБАССА: НА ПРИМЕРЕ ГРАНТОВОГО ПРОЕКТА ДЛЯ МОЛОДЕЖИ

Представлен анализ реализации экологического социального проекта, а также обоснована его роль в процессе реабилитации региона после завершения специальной военной операции. Целью проекта является проведение интерактивного экоиntenсива, состоящего из цикла мероприятий, направленных на формирование знаний и умений по преодолению экологических последствий военных действий у молодежи, а также повышение экологической грамотности и экокультуры с использованием игровых технологий.

***Ключевые слова:** экологический социальный проект, экологическая реабилитация, восстановление экосистем, экоиwent, обучающие игровые технологии, экологическое образование, экологическая культура*

Введение

Экологический след современных войн и локальных вооруженных конфликтов включает ряд взаимосвязанных последствий: антропогенное загрязнение компонентов биосферы (атмосферы, гидросферы, почв), деградацию и выведение из хозяйственного оборота значительных территорий, уничтожение объектов природоохранного фонда, а также долгосрочные негативные эффекты для здоровья населения. Совокупность этих воздействий формирует кумулятивный негативный эффект, обуславливающий долговременные риски для здоровья человека. Поэтому ключевым требованием становится обеспечение понимания не только экспертами, но и обществом, особенно молодежью причинно-следственных связей между военными действиями, деградацией окружающей среды и механизмами ее восстановления. В связи с этим актуализируется задача трансляции знаний о масштабных экологических последствиях военных действий и стратегиях их минимизации за пределы профессионального сообщества, формируя экологическую грамотность среди широких слоев населения, с фокусом на молодое поколение.

Одним из ключевых инструментов формирования компетенций для решения данных проблем может стать обучение в рамках реализации социальных проектов, которые являются более гибкими, чем традиционные образовательные программы. В качестве практической реализации данного подхода в Автомобильно-дорожном институте (филиале) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка разработан и реализован проект «Интерактивный экоиntenсив ПроЭКО», направленный на экологическое просвещение молодежи на территориях, пострадавших от военных действий. Данный проект получил грантовую поддержку Общероссийского общественно-государственного движения детей и молодежи «Движение Первых» в 2025 году, что подтвердило его актуальность и позволило привлечь необходимые средства для его реализации.

Анализ исследований и публикаций

Тему крайне негативного влияния военных конфликтов на окружающую среду и человека освещает в своих научных публикациях Г. Я. Дрозд, доктор технических наук, профессор Луганского государственного университета имени Владимира Даля. В его работах приведены результаты комплексного влияния антропогенных факторов боевых действий на территорию, ландшафт и почву в зоне проведения специальной военной операции (СВО) в Донбассе. Оценен масштаб и последствия для экологии региона каждого из факторов. Основные факторы: перемещение земляных масс, загрязнение и захламление почв и территории, пожары и прочее. Полученные данные уникальны, их достоверность подтверждается результатами многочисленных исследований. Приведенные авторские оценки требуют соответствующего осмысления и реагирования для возобновления и обеспечения нормальной жизнедеятельности на территории Донбасса [1–4].

Монография И. Н. Пономаревой посвящена экологическому образованию в отечественной школе. В ней рассматривается опыт активного участия в становлении и развитии экологического образования в России. На конкретном примере показан путь вхождения в науку экологию, в школьное образование и логический переход к разработке теоретических основ и методов работы по экологическому образованию и приобщению к экологической культуре школьников. Автор рекомендует развивать межрегиональные и межнациональные платформы, интегрировать экологические инициативы в школьные программы и использовать современные технологии для популяризации экологического движения среди молодежи [5].

В статьях А. В. Логуновой [6] и М. Н. Тихонова [7] отмечается, что по мере развития цивилизации и технического прогресса объемы экологических последствий войн и военных конфликтов только возрастали, ярко продемонстрировав, что в результате боевых действий погибают не только люди и созданные ими ценности, но и уничтожается природная окружающая среда.

В статье А. Н. Герасимова, С. Г. Зюзина и А. И. Соловьева особое внимание обращается на возрастание числа вооруженных конфликтов и увеличение масштабов негативных воздействий, в связи с чем предлагается классификация экологических последствий, разделение их на прямые и косвенные [8].

В статье П. Ю. Роменской и Н. С. Роменской приводится информация, полученная в ходе реальных наблюдений событий в Донбассе, и отмечается, что неблагоприятные экологические последствия, вызванные военными действиями вооруженных сил Украины, могут иметь место еще многие десятилетия [9].

Анализ показал, что ряд авторов отмечает тот факт, что практическая деятельность в рамках социальных проектов способствует более глубокому пониманию экологических проблем и их решений. Такие инициативы стимулируют общественный диалог и расширяют круг экологически сознательных граждан, которые могут влиять на принятие решений на уровне местных и национальных властей. Многие авторы подчеркивают, что участие в таких проектах способствует развитию мягких навыков, укреплению социального статуса и формированию нового поколения лидеров в сфере экологии; что активное освещение экологических инициатив в средствах массовой информации и в социальных сетях помогает распространить идеи экологической ответственности и мобилизовать большой круг участников.

Цель статьи – показать, что разработка и реализация экологических социальных проектов, направленных на повышение экологической грамотности молодежи, будет способствовать экологической реабилитации региона. Устранять последствия военного конфликта, заключающиеся в нарушении экологического баланса, загрязнении территорий, уничтожении экосистем, отравлении водных источников, разрушении инфраструктуры и промышленных объектов, ущербе дикой природе, предстоит молодому поколению, которое должно быть подготовлено к таким вызовам.

Изложение основного материала

Проект «Интерактивный экоинтенсив ПроЭКО» – это цикл обучающих мероприятий для формирования базовых знаний и умений по преодолению экологических последствий военных конфликтов, а также для развития экограмотности, экомышления и экокультуры у молодежи с использованием игровых технологий.

Целесообразность и задачи проекта определялись на основании результатов опроса потенциальных участников. В опросе приняли участие 483 человека, из которых 316 человек – это молодежь в возрасте от 14 до 25 лет.

Из 483 человек 94,4 % осознают и согласны, что военные действия существенным образом влияют на экологическую ситуацию в регионе, при этом 32,3 % опрошенных считают себя слабо осведомленными в вопросах экологических последствий боевых действий. На недостаточный уровень информационной освещенности негативных экологических последствий в средствах массовой информации указали 70 %. Расширить круг своих знаний об экологических угрозах военного характера посчитали для себя необходимым 85,7 % опрошенных, из которых получать знания в формате интерактивного интенсива с использованием игровых технологий предпочли 63,5 %.

Результаты исследования данной проблемы обсуждались на международных научно-практических конференциях (2023–2024 гг.), где были одобрены научным сообществом и получили подтверждение актуальности.

Кроме этого, интерес к проекту проявили учреждения, общественные организации и средства массовой информации Донецкой Народной Республики, которые оказали информационную и методическую партнерскую поддержку: Министерство молодежной политики ДНР, Администрация городского округа Горловка, Региональное отделение Общероссийского общественно-государственного движения детей и молодежи «Движение первых», Общественная Российская экологическая академия и др.

Содержательная часть интенсива предполагала организацию и проведение ряда информационно-насыщенных тематических ивентов в офлайн и онлайн форматах, на которых спикеры в доступной для целевой аудитории форме изложили материал по вопросам угроз военного характера и способам их ликвидации, устойчивого развития территории, защиты окружающей среды. В заключительной части таких мероприятий были организованы экологические настольные игры в малых группах с опытным модератором; дискуссии в неформальной обстановке, где каждый участник смог задать экспертам вопросы, поделиться своим мнением по теме лекционного блока. Для качественного проведения такого рода мероприятий было организовано соответствующее мультимедийное пространство.

Командой проекта, в состав которой вошли преподаватели АДИ ДонНТУ, являющиеся членами Российской экологической академии, подготовлена дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа интенсива общим объемом 36 академических часов (в т. ч. лекции – 8 часов, практические занятия – 10 часов). Лекционные занятия были организованы в формате видео-лекций. Тематика лекций и содержание лекций:

1) особенности современных военных конфликтов. Характеристика поражающего действия оружия массового поражения. Химическое загрязнение окружающей среды во время Первой мировой войны. Катастрофические последствия применения ядерного оружия. Особенности «экологических» военных конфликтов. Экологические методы, используемые во враждебных целях;

2) характер экологических последствий военных действий в Донбассе. Экологическая аналитика специальной военной операции. Анализ последствий военных действий на территории Донбасса. Физические, химические, экологические, антропогенные, гуманитарные и социальные последствия военных действий в Донбассе;

3) антропогенное воздействие на атмосферу в ходе проведения СВО. Антропогенное воздействие на водные ресурсы в ходе проведения СВО. Показатели качества воды из источ-

ников централизованного водоснабжения ДНР. Оценка воздействия военных действий на поверхностные водоемы Донбасса. Антропогенное воздействие на почву в ходе проведения СВО. Обобщение факторов негативного воздействия на окружающую среду в зоне СВО;

4) социально-экономическая характеристика зоны военного конфликта в Донбассе. Загрязнение окружающей среды, экологический ущерб (вред окружающей среде), эколого-экономический ущерб от войны, экономическая оценка ущерба. Виды экономического ущерба при чрезвычайных ситуациях (военных действиях). Этапы оценки экономического ущерба от загрязнения природной среды. Прямые и косвенные методы оценки ущерба. Особенности военных конфликтов, учитываемые при эколого-экономической оценке ущерба.

С поправкой на возраст участников интенсива (целевой аудитории) в процессе обучения активно использовались технологии игровой деятельности, где дидактическая цель ставится перед учащимися в форме игровой задачи, учебная деятельность подчиняется правилам игры, учебный материал используется в качестве средства игры, в учебную деятельность включается элемент соревнования, успешное выполнение дидактического задания связывается с игровым результатом.

Для закрепления теоретического материала разработана авторская дискуссионная ролевая игра «Биосфера против Человечества» в форме судебного заседания, нацеленная на углубление и расширение знаний, осознание молодым поколением существующих экологических угроз, формирование в ходе дискуссии нового биосферного мышления и высокой экологической культуры.

Также использовалась технология проектного обучения – создание условий, при которых обучающиеся самостоятельно и охотно приобретают недостающие знания из разных источников; учатся пользоваться приобретенными знаниями для решения познавательных и практических задач; приобретают коммуникативные умения, работая в различных группах; развивают у себя исследовательские умения (умение выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, построения гипотез, обобщения); развивают системное мышление. Данная технология применялась в условиях подготовки творческих проектов для участия в открытом конкурсе «Вселенная ЭКО».

Одним из условий реализации и продвижения проектных инициатив является освещение проектной деятельности в медийном пространстве, в частности в социальных сетях.

По итогам 2024 года социальная сеть «ВКонтакте» стала самой популярной соцсетью в России, а также возглавила рейтинг перспективных соцсетей. Об этом свидетельствуют данные Mediascore, лидера российского рынка медиаисследований, мониторинга рекламы и СМИ [10].

Именно ВКонтакте стала основной площадкой, на которой размещалась информация о ходе реализации мероприятий в рамках грантового проекта «Интерактивный экоинтенсив ПроЭКО». В информационном сообществе «ПроЭКО» в ВКонтакте с сентября по декабрь 2025 года размещено около полутора сотен постов. Просмотр контента достиг 112,5 тыс. единиц. Свое одобрение в виде лайков пользователи выразили 4,3 тыс. раз. Охват контента за этот период составил 6,5 тыс. единиц.

В качестве резервной информационной площадки была использована социальная сеть «Telegram», которая также собрала количество просмотров и лайков, превышающее целевые проектные показатели.

Медийное освещение помогло привлечь внимание широкой общественности к проблемам экологии, увеличить количество сторонников и активных участников проекта, организовать обратную связь, что способствовало более эффективной реализации экологических инициатив. Созданная платформа для обмена опытом и знаниями позволила делиться успешными практиками, а также стимулировать дискуссии между участниками проекта и всеми заинтересованными лицами.

Нужно добавить, что широкое информационное сопровождение экологических инициатив усиливает общественный диалог по вопросам охраны природы и может способствовать

привлечению внимания властей и принятию соответствующих решений.

В ходе реализации проекта получены следующие результаты: созданы сообщества в ВКонтакте и Telegram с тематическим контентом для информационной поддержки и освещения результатов проекта; представлена методическая разработка дискуссионной ролевой игры с учебно-методическим пособием по ее реализации; разработан пакет учебных материалов интенсива и положение об открытом конкурсе «Вселенная ЭКО»; организовано и проведено 9 мероприятий в очном формате с участием целевой группы (150 чел.); организован и проведен открытый конкурс «Вселенная ЭКО».

Команде проекта удалось повысить уровень экологической грамотности представителей целевой аудитории в вопросах влияния военных действий на биосферу с 54,7 баллов по входящему контролю до 89,7 баллов – по итоговому (по 100-балльной шкале оценивания). Данный показатель подтвержден результатами тестирования участников до начала мероприятий интенсива и после его завершения.

Выводы

Экологические социальные проекты для молодежи важны не только для сохранения окружающей среды, но и для формирования гражданской ответственности, а также лидерских качеств у молодежи. Через активное участие в таких проектах молодые люди осваивают навыки работы в команде, учатся находить решения сложных задач, развивают критическое мышление и творческий подход. Такие активности вдохновляют на создание устойчивых привычек и поощряют бережное отношение к природе в повседневной жизни. Именно молодежь выступает драйвером масштабных инициатив, воздействующих на изменение экологической ситуации в Донецкой Народной Республике, развития зеленых технологий и культивирования экологически ответственного образа жизни.

Список литературы

1. Дрозд, Г. Я. Год войны в Донбассе. Оценка экологических последствий / Г. Я. Дрозд. – Текст : электронный // Экологический вестник Донбасса. – 2023. – № 8. – С. 39–48. – URL: <https://clck.ru/3QZJtM> (дата обращения: 20.10.2025).
2. Дрозд, Г. Я. Количественная оценка физической деградации почв вследствие военных действий в зоне проведения специальной военной операции / Г. Я. Дрозд. – Текст : электронный // Вестник Луганского государственного университета имени В. Даля. – 2023. – № 12(78). – С. 42–50. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=62500753> (дата обращения: 21.10.2025).
3. Дрозд, Г. Я. Отравленная земля: как военные действия в Донбассе сказываются на экологии / Г. Я. Дрозд // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2023. – № 1(44). – С. 36–46.
4. Дрозд, Г. Я. Современное изменение состояния природно-урбанизированной среды территории Луганщины / Г. Я. Дрозд, М. Ю. Хвортова // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2018. – № 4(27). – С. 68–81.
5. Пономарева, И. Н. Экология: наука и образование : монография / И. Н. Пономарева. – Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена, 2016. – 361 с. – ISBN 978-5-8064-2220-1. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/51700.html> (дата обращения: 22.10.2025).
6. Логунова, А. В. Возможные экологические последствия войн и военных конфликтов / А. В. Логунова. – Текст : электронный // Сборник материалов XIV Республиканской научно-практической студенческой конференции и XI научно-практического семинара преподавателей «Язык. Общество. Медицина», Гродно, 30 октября 2014 года / отв. ред. А. А. Мельникова. – Гродно : Гродненский государственный медицинский университет, 2015. – С. 182–184. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=ecvcim> (дата обращения: 23.10.2025).
7. Тихонов, М. Н. Экологические последствия современных войн и вооруженных конфликтов / М. Н. Тихонов. – Текст : электронный // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. – 2016. – № 1. – С. 29–38. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27444401> (дата обращения: 24.10.2025).
8. Герасимов, А. Н. География военных конфликтов современного мира и экологические последствия войны / А. Н. Герасимов, С. Г. Зюзин, А. И. Соловьев. – Текст : электронный // Научная мысль. – 2021. – Т. 17, № 3–1 (41). – С. 40–49. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47323584> (дата обращения: 27.10.2025).

9. Роменская, П. Ю. Экологические последствия войны на Донбассе / П. Ю. Роменская, Н. С. Роменская. – Текст : электронный // Сборник материалов XV Международной конференции аспирантов и обучающихся: посвящается 100-летию Донецкого национального технического университета и 95-летию Заповедника «Хомутовская степь», Донецк, 13–15 апреля 2021 года. – Донецк : Донецкий национальный технический университет, 2021. – С. 361–363. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47704527> (дата обращения: 28.10.2025).
10. Ежегодный отчет о проведенных исследованиях уполномоченной организации по исследованию объема аудиторрии за 2024 год : утвержден приказом Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций от 20.09.2021 г. № 198. – Текст : электронный // Mediascope : исследовательская компания : [официальный сайт]. – URL: <https://mediascope.net/otc-rkn/> (дата обращения: 29.10.2025).

Е. Ю. Руднева, О. Л. Дариенко, Д. С. Борисов
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Социальное проектирование как инструмент экологической реабилитации Донбасса:
на примере грантового проекта для молодежи

Экологический след военных конфликтов включает ряд взаимосвязанных последствий: антропогенное загрязнение компонентов биосферы, деградация и выведение из хозяйственного оборота значительных территорий, уничтожение объектов природоохранного фонда, а также долгосрочные негативные эффекты для здоровья населения. Принятие и преодоление этих вызовов – задача, которая ляжет на плечи молодого поколения, поскольку именно они формируют будущее и должны взять на себя ответственность за восстановление и развитие региона. Одним из ключевых инструментов формирования компетенций для решения данных проблем может стать обучение в рамках реализации социальных проектов.

В связи с этим рассмотрен ход реализации экологического проекта «Интерактивный экоинтенсив ПроЭКО», целевой аудиторией которого стала молодежь в возрасте 14–25 лет. Цель проекта – проведение интерактивного экоинтенсива, состоящего из цикла мероприятий, направленных на формирование знаний и умений по преодолению экологических последствий военных конфликтов у молодежи, а также повышение экологической грамотности и экокультуры с использованием игровых технологий.

Проект разработан и реализован в Автомобильно-дорожном институте (филиале) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка при грантовой поддержке Движения Первых. Партнером проекта, в том числе, выступила Российская экологическая академия.

Отмечено, что экологические социальные проекты для молодежи важны не только для сохранения окружающей среды, но и для формирования гражданской ответственности, а также лидерских качеств.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СОЦИАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ, ЭКОИВЕНТ, ОБУЧАЮЩИЕ ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

E. Yu. Rudneva, O. L. Darienko, D. S. Borisov
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka
Social Design as a Tool for Environmental Rehabilitation of Donbass: a Grant Project for Young
People as an Example

The ecological footprint of military conflicts includes a number of interrelated consequences: anthropogenic pollution of biosphere components, degradation and removal of significant territories from economic circulation, destruction of environmental fund facilities, as well as long-term negative effects on public health. Accepting and overcoming these challenges is a task that will fall on the shoulders of the younger generation, since it is they who shape the future and must take responsibility for the restoration and development of the region. One of the key tools for building competencies to solve these problems can be training in the implementation of social projects.

In this regard, the implementation of the environmental project "Interactive eco-intensive ProECO", the target audience of which is young people of 14–25 years, is considered. The goal of this project is to conduct the interactive eco-intensive, consisting of events aimed at developing knowledge and skills among young people to overcome the

environmental consequences of military conflicts, as well as increasing environmental literacy and eco-culture using gaming technologies.

The project is developed and implemented by the team of the Automobile and Road Institute (branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka with grant support from the Movement of the First. The Russian Ecological Academy also acted as a partner of the project.

It is noted that environmental social projects for young people are important not only for preserving the environment, but also for the formation of civic responsibility, as well as leadership qualities.

ECOLOGICAL SOCIAL PROJECT, ECOLOGICAL REHABILITATION, ECOSYSTEM RESTORATION, ECO-EVENT, EDUCATIONAL GAME TECHNOLOGIES, ENVIRONMENTAL EDUCATION, ENVIRONMENTAL CULTURE

Сведения об авторах:

Е. Ю. Руднева

SPIN-код РИНЦ: 8572-9465
Телефон: +7 988 587-20-39
Эл. почта: rudneva_elena@mail.ru

Д. С. Борисов

ORCID: 0009-0006-9878-8765
Телефон: +7 949 377-07-49
Эл. почта: borisovd949@mail.ru

О. Л. Дариенко

SPIN-код РИНЦ: 4259-2959
Телефон: +7 949 330-85-05
Эл. почта: osnovi.ekologiyi@gmail.com

Статья поступила 30.10.2025

© Е. Ю. Руднева, О. Л. Дариенко, Д. С. Борисов, 2025

Рецензент: М. В. Коновальчик, канд. техн. наук,

*Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

Т. В. Стажок, Н. И. Гулейчук

Государственное бюджетное учреждение «Донгипрошахт»,
г. Донецк

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАХТНЫХ ВОД ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДОНБАССА

Статья посвящена анализу возможности и перспективам использования шахтных вод в сельском хозяйстве региона для преодоления водного дефицита. Целью исследования является анализ существующего потенциала на территории Донбасса. В статье проведена оценка состава шахтных вод основных шахт региона по коэффициенту Стеблера и степени минерализации без опреснения, а также с его применением. На основании полученных данных сделаны выводы о пригодности данных вод для использования в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: дефицит воды, шахтная вода, сельхозпредприятие, альтернативный источник, водные ресурсы, дефицит вод, минерализация, очистка шахтных вод, опреснение, водоотлив, затраты

Постановка проблемы

В последние годы Донецкая Народная Республика столкнулась с серьезным дефицитом воды, вызванным рядом причин. Проблема обострилась с прекращением подачи воды по каналу «Северский Донец-Донбасс» из-за боевых действий, снижением количества атмосферных осадков, значительными потерями воды из-за изношенности сетей (до 60 %), отсутствием должного контроля за состоянием рек и водохранилищ, перебоями в работе водовода «Дон-Донбасс». Кроме того, до настоящего времени не используются резервные артезианские скважины, законсервированные еще с советских времен.

При этом в регионе существует значительный, но малоизученный ресурс – шахтные воды. В настоящее время около 35 шахт, переведенных в режим водоотлива из-за нерентабельности, ежемесячно сбрасывают в гидрографическую сеть миллионы кубических метров воды. Самыми крупными среди них являются: шахта имени М. Горького, шахта имени А. Ф. Засядько, шахта имени А. А. Скочинского.

Ежедневная потребность ДНР в воде для хозяйственно-питьевых, бытовых и производственных нужд оценивается примерно в 850 тысяч кубических метров. В настоящее время практически вся сбрасываемая шахтная вода, за исключением той, что используется самими угледобывающими предприятиями, попадает в местные водоемы, пополняя небольшие реки и пруды. Однако возможность ее использования в сельском хозяйстве остается недостаточно исследованной.

Анализ предыдущих исследований и публикаций

Более ранние исследования использования шахтных вод были проведены В. А. Базавлук, З. А. Финкельштейн, И. Н. Кучин, А. И. Гавришин [1–3] и другими авторами. Вопросами оценки качества подземных шахтных вод и их применения занимается и ГБУ «Донгипрошахт» [4, 5]. Исследования показывают, что применение шахтных вод в сельском хозяйстве, в том числе для орошения почвы и животноводства, требует тщательного анализа. Важно учитывать физико-химический и бактериологический состав воды конкретной шахты, а также применять соответствующие методы очистки и обеззараживания.

Цель исследования – анализ теоретической возможности использования шахтных вод для нужд животноводства и выращивания сельскохозяйственных культур. Основная проблема заключается в оценке их качества и определении: повышенного содержания солей, взвешенных

веществ, жесткости и других факторов, которые делают воду непригодной для питья и полива без предварительной очистки. Отдельное внимание необходимо уделить ингибирующему воздействию вод шахтного водоотлива на сельскохозяйственные культуры [1, 3].

Основные результаты исследования

Существует мнение, что использовать шахтную воду в сельском хозяйстве нельзя. Отчасти это верно. Пригодные для использования воды составляют 3 % (с минерализацией до 1 г/л) от всего количества выдаваемых на поверхность. Условно чистые – 15 % (с минерализацией до 2 г/л). Остальные имеют более значительное солесодержание (от 2 г/л до 10 г/л). Учитывая производительность водоотливов, можно констатировать, что использование даже такого количества шахтной воды на технические и ирригационные мероприятия гораздо снизит расход воды питьевого качества [6].

Что же касается воды с повышенным солесодержанием, то в настоящее время имеются работающие технологии опреснения и кондиционирования шахтных вод методом обратного осмоса. Минусом данного метода очистки является его высокая стоимость, проблематичность утилизации рассолов после опреснения и отсутствие заинтересованных инвесторов.

В зависимости от концентрации минеральных солей (С), г/л; жесткости (Ж), мг-экв/л, и щелочности (Щ), мг-экв/л, шахтные воды разделяют на три группы. Первая группа: С = 1,5–1,8; Ж < 10–12; Щ = 8–12. Вторая группа: С = 3–3,5; Ж < 10–12. Третья группа: С > 3,5; Ж > 12 [7].

Наиболее перспективными для использования являются шахтные воды Кировско-Шахтерской и Торезской групп шахт, которые по классификации относятся к первой группе, как наименее минерализованные, и после очистки, обессоливания и кондиционирования могут быть использованы даже для питьевого водоснабжения прилегающих районов [8]. Это шахтные воды шахт: «Шахтерская-Глубокая», «Комсомолец Донбасса», «Ждановская», «№ 22 Коммунарская», «ВОК ЛШ имени 17 Партсъезда», «Объединенная», «Прогресс», «Заря», шахта имени Л. И. Лутугина, шахта имени К. И. Киселёва.

Шахтные воды второй и третьей группы более минерализованы и распространены по всей территории Донбасса. Несмотря на это, потенциал использования шахтных вод в сельском хозяйстве ДНР огромен.

По нашему мнению, для решения вопроса об использовании шахтной воды целесообразно провести комплексные исследования физико-химического состава шахтных вод каждой шахты, переведенной в водоотливный режим, с определением наиболее подходящих методов очистки и обеззараживания и составить рекомендации по их возможному использованию [8]. В результате проведенного исследования необходимо составить список предприятий, на которых использование очищенных и обеззараженных шахтных вод приведет к экономии воды питьевого качества либо полностью ее заменит.

Немаловажным условием применения очищенных шахтных вод должно являться рациональное взаимное расположение водоотливной шахты и предприятия-потребителя, что даст экономию средств на транспортировку очищенной воды.

При решении вопроса об использовании в сельском хозяйстве и животноводстве шахтных вод важно учитывать и экономическую составляющую. Затраты на их очистку и транспортировку должны быть сопоставимы с затратами на использование других источников водоснабжения.

При решении вопроса о возможности применения шахтной воды для полива необходимо учитывать ирригационный коэффициент (коэффициент Стеблера), оценивающего химический состав шахтных вод (таблица).

Шахтные воды с относительно низким солесодержанием, после очистки от взвешенных веществ и обеззараживания, могут быть использованы:

– для полива технических культур, не предъявляющих высоких требований к качеству воды;

- в животноводстве, после более глубокой очистки и контроля качества для поения скота, особенно в условиях дефицита пресной воды, для мойки животных;
- полива зеленых насаждений и проездов;
- для пожаротушения (наружного и внутреннего) на предприятиях;
- для хозяйственно-бытовых нужд [1, 8].

Таблица – Характеристика качества шахтной воды основных шахт региона

Наименование шахты	Минерализация шахтной воды (исходная) мг/л	Коэффициент Стеблера, К	Направления применения без опреснения	Качество воды для использования после опреснения
Шахта имени А. А. Скочинского	1 432	6,77	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта «Лидиевка»	2 928	7,34	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта имени А. Ф. Засядько	3 465	1,89	использовать в исключительных случаях	неудовлетворительное
Шахта имени М. Горького	2 202	7,43	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта «Заперевальная»	2 752	6,15	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта № 9 «Капитальная»	4 501	4,88	использовать в исключительных случаях	неудовлетворительное
Шахта «Щегловская-Глубокая»	2 148	20	опасна (засоление почвы)	хорошее для полива
Шахта «Миусская»	1 575	24,28	опасна (засоление почвы)	хорошее для полива
Шахта № 3-бис	1 800	14,37	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта имени В. М. Бажанова	1 576	16,72	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта «Иловайская»	1 496	11,33	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта «Шахтерская Глубокая»	1 477	4,48	опасна (засоление почвы)	неудовлетворительное
Шахта «Заря»	1 476	5,83	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта «Прогресс»	1 990	11,33	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта имени Л. И. Лутугина	1 500	6,8	опасна (засоление почвы)	удовлетворительное
Шахта «Яблоневская»	2 204	5,1	опасна (засоление почвы)	неудовлетворительное

Наиболее оптимальными схемами, предусматривающими строительство локальных очистных сооружений вблизи шахт, являются схемы с минимальными протяженностями сетей для транспортировки очищенной воды к сельскохозяйственным предприятиям.

Огромное значение имеют экологические аспекты проблемы. Сброс неочищенных шахтных вод в гидрографическую сеть приводит к загрязнению водоемов и негативно сказывается на состоянии окружающей среды [9, 10]. Поэтому их использование в сельском хозяйстве должно осуществляться в рамках комплексной программы, направленной на охрану водных ресурсов и предотвращение загрязнения окружающей среды.

Использование шахтной воды для орошения зависит от ее минерализации. При показателях:

- от 200–500 мг/л – вода может использоваться для полива;
- от 1 000 до 2 000 мг/л – вода для полива опасна и может вызвать засоление почвы;
- от 3 000 до 7 000 мг/л – воду можно использовать кратковременно в исключительных случаях [6].

В перспективе использование шахтных вод в сельском хозяйстве может стать важным фактором обеспечения продовольственной безопасности Донецкой Народной Республики и снижения зависимости региона от внешних источников водоснабжения. Для этого необходимо объединить усилия ученых, специалистов сельского хозяйства и представителей угольной промышленности, разработать и реализовать комплексную программу, направленную на эффективное и экологически безопасное использование этого ценного природного ресурса. Такая программа должна включать в себя этапы:

- исследований;
- проектирования;
- строительства и эксплуатации очистных сооружений и систем транспортировки воды;
- разработки агротехнических мероприятий, учитывающих особенности использования шахтных вод для выращивания различных сельскохозяйственных культур.

Только в этом случае можно будет в полной мере реализовать потенциал шахтных вод и внести существенный вклад в преодоление водного дефицита в Донбассе.

Дальнейшее развитие данного направления требует системного подхода, включающего в себя не только технические, но и организационные, и экономические аспекты. Необходимо создание нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы использования шахтных вод, включая стандарты качества, требования к очистке шахтных вод и мониторингу.

Важным шагом станет разработка инвестиционных проектов, привлекательных для частного капитала, с целью финансирования строительства необходимой инфраструктуры. Также следует уделить внимание подготовке кадров, способных работать с новыми технологиями очистки и эксплуатации систем водоснабжения на основе шахтных вод. Обучение специалистов в области гидрогеологии, водоподготовки, агрономии и экономики водного хозяйства позволит обеспечить устойчивое и эффективное использование этого ресурса.

Кроме того, важно протестировать пилотные проекты на базе конкретных сельскохозяйственных предприятий, чтобы отработать технологии и оценить их экономическую целесообразность в реальных условиях. Результаты таких проектов станут основой для масштабирования успешных решений на весь регион. Параллельно с этим необходимо вести просветительскую работу среди сельхозпроизводителей, информируя их о возможностях и преимуществах использования шахтных вод, а также о методах их безопасного применения.

Выводы

Для успешного использования шахтных вод в водном балансе ДНР необходимо выстроить четкую систему управления водными ресурсами, основанную на принципах рационального использования и охраны окружающей среды. Это включает в себя создание единого реестра шахтных вод, их характеристик и объемов, а также разработку механизмов распределения и контроля их использования. Важно также наладить тесное взаимодействие между

угольными предприятиями, сельскохозяйственными производителями, научными и проектными учреждениями и органами власти для координации усилий и обмена информацией.

Только комплексный и скоординированный подход позволит превратить шахтные воды из потенциальной проблемы в ценный ресурс, способный обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства Донбасса и повысить его устойчивость к климатическим изменениям и другим вызовам.

Список литературы

1. Финкельштейн, З. Л. О возможности использования подземных шахтных вод для промышленных, сельскохозяйственных и бытовых целей / З. Л. Финкельштейн, И. Н. Кучин, Н. З. Бойко. – Текст : электронный // ALLBEST. Выбери лучшее : Экология и охрана природы : [сайт]. – 2010. – 20 октября. – URL: https://otherreferats.allbest.ru/ecology/00080141_0.html (дата обращения: 16.08.2025).
2. Гавришин, А. И. Распределение химического состава шахтных вод на территории Восточного Донбасса / А. И. Гавришин, В. Е. Борисова, Е. С. Торопова // Геология и геофизика Юга России. – 2018. – № 2. – С. 5–15.
3. Базавлук, В. А. Мелиоративное обустройство территорий / В. А. Базавлук. – Томск : Изд-во Томского политехнического ун-та, 2014. – 184 с.
4. Гулько, С. Е. Особенности использования шахтных вод в оборотных циклах промышленных предприятий / С. Е. Гулько. – Текст : электронный // Вестник Луганского национального университета имени В. Даля. – 2017 – № 3–2(5). – С. 177–179. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32485237> (дата обращения: 27.09.2025).
5. Гулько, С. Е. Особенности использования шахтных вод в промышленных целях / С. Е. Гулько, С. П. Высоцкий. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – Вып. 5(133). – С. 109–115. – URL: [https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2018/2018-5\(133\)/st_18_gulko_vysotsky.pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2018/2018-5(133)/st_18_gulko_vysotsky.pdf) (дата обращения: 28.09.2025).
6. Арипов, И. К. Влияние уровня и минерализации грунтовых вод на урожайность сельхозкультур / И. К. Арипов, М. В. Радкевич, А. Д. Гапиров. – Текст : электронный // Universum: химия и биология : [электронный научный журнал]. – 2024. – № 1(115). – URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/16412> (дата обращения: 08.08.2025).
7. Выговская, Д. Д. Шахтные воды, как природный водный ресурс. Опыт их использования / Д. Д. Выговская, Е. Н. Хатюшина // Сборник материалов VIII международной научной конференции аспирантов и студентов. – Т. 2. – Донецк : ДонНТУ, 2009. – С. 158.
8. Ярков, М. А. Современные направления эффективного использования шахтных сточных вод / М. А. Ярков, И. С. Зайцева. – Текст : электронный // Россия молодая : сборник материалов XII Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Кемерово, 21–24 апреля 2020 года. – Кемерово : Изд-во Кузбасский гос. техн. ун-т имени Т. Ф. Горбачева, 2020. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44179490> (дата обращения: 27.09.2025).
9. Засоление почвы и его влияние на растения / В. В. Иванищев, Т. Н. Евграфкина, О. И. Бойкова, Н. Н. Жуков. – Текст : электронный // Известия ТулГУ. Серия : Науки о земле. – 2020. – Вып 3. – С 28–42. – URL: https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_07000430528?page=29&rotate=0&theme=black (дата обращения: 27.09.2025).
10. Головатенко, Е. Л. Анализ возможности применения шахтных вод для сельскохозяйственных нужд / Е. Л. Головатенко // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства : материалы I Международной научно-практической конференции, Макеевка, 26 апреля 2018 года. Том 3. – Макеевка : Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская аграрная академия», 2018. – С. 54–57. – EDN UYZXWB. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35578638> (дата обращения: 27.09.2025).

Т. В. Стажок, Н. И. Гулейчук

Государственное бюджетное учреждение «Донгипрошахт», г. Донецк

Использование шахтных вод для уменьшения водного дефицита в сельском хозяйстве Донбасса

В статье рассмотрен вопрос о возможности применения шахтных вод в сельском хозяйстве, что имеет немаловажное значение для территорий Донбасского региона в условиях острого дефицита воды. Решить «водный вопрос» можно частично за счет шахтных вод. При закрытии и консервировании шахт возникает вопрос о необходимости организации водоотливных комплексов. С одной стороны – это сложная инженерная задача, с другой – возможность использования ценного ресурса. Однако основной проблемой для использования этой воды является ее качество и повышенное содержание солей, взвешенных веществ, а также щелочность и жесткость. Еще одной немаловажной проблемой является высокая стоимость такого метода, проблематичность утилизации рассолов и отсутствие инвесторов.

Шахтные воды Кировско-Шахтерской и Торезской группы шахт относятся к наименее минерализованным водам, которые при должной очистке могут быть использованы даже для питьевого водоснабжения. В данном исследовании приведена характеристика качества воды по шахтам, относящимся к данному региону и сделан вывод о возможности ее применения для нужд сельского хозяйства.

Шахтные воды с относительно низким солесодержанием могут применяться для полива технических культур, не предъявляющих высоких требований к качеству воды, для поения скота, особенно в условиях дефицита пресной воды, для мойки животных, полива зеленых насаждений и проездов, для пожаротушения на предприятиях (наружного и внутреннего), на хозяйственно-бытовые нужды.

В перспективе, использование шахтных вод в сельском хозяйстве может стать важным фактором обеспечения продовольственной безопасности ДНР и снижения зависимости региона от внешних источников водоснабжения. Однако это проблема масштабная и требует комплексного подхода на всех уровнях, включающих в себя исследование, проектирование, строительство, введение в эксплуатацию, контроль за качеством и разработку агротехнических мероприятий, учитывающих особенности использования шахтных вод для выращивания различных сельскохозяйственных культур.

ДЕФИЦИТ ВОДЫ, ШАХТНАЯ ВОДА, СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЕ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК, ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ДЕФИЦИТ ВОД, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ОЧИСТКА ШАХТНЫХ ВОД, ОПРЕСНЕНИЕ, ВОДООТЛИВ, ЗАТРАТЫ

T. V. Stazhok, N. I. Guleichuk

State Budget Institution "Dongiproshakht", Donetsk

The Use of Mine Waters to Reduce Water Shortage in Agriculture in Donbass

The article examines the possibility of using mine water in agriculture, which is of considerable importance for the Donbass region in conditions of acute water shortage. The water issue can be partially resolved by using mine water. When mines are closed and mothballed, the need for drainage systems arises. While this is a complex engineering challenge, it also represents an opportunity to utilize a valuable resource. However, the main problem with using this water is its quality and high content of salts, suspended solids, as well as alkalinity and hardness. Another important problem is the high cost of this method, the difficulty of utilizing brines, and the lack of investors.

The mine waters from the Kirovsk-Shakhtyorsk and Torez groups of mines are among the least mineralized waters, which, if properly purified, can even be used for drinking water supply. This study describes the characteristics of water quality in mines related to this region and concludes that it can be used for agricultural needs.

The mine waters with a relatively low salinity can be used for watering industrial crops that do not place high demands on water quality, for watering livestock, especially in conditions of a shortage of fresh water, for washing animals, watering green spaces and driveways, for fire extinguishing enterprises (outdoor and indoor), for household needs.

In the future, the use of mine waters in agriculture may become an important factor in ensuring the food security of the DPR and reducing the region's dependence on external sources of water supply. However, this is a large-scale problem and requires an integrated approach at all levels, including research, design, construction, commissioning, quality control and the development of agrotechnical measures that take into account the specifics of using mine waters for growing various crops.

WATER SHORTAGE, MINE WATER, AGRICULTURAL ENTERPRISE, ALTERNATIVE SOURCE, WATER RESOURCES, MINERALIZATION, MINE WATER TREATMENT, DESALINATION, DEWATERING, COSTS

Сведения об авторах:

Т. В. Стажок

Телефон: +7 949 394-03-61

Эл. почта: stagok@bk.ru

Н. И. Гулейчук

Телефон: +7 949 516-37-99

Эл. почта: opavlicheva@inbox.ru

Статья поступила 10.11.2025

© Т. В. Стажок, Н. И. Гулейчук, 2025

Рецензент: В. В. Лихачева, канд. техн. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

УДК 658.562+331.1

О. И. Черноус, канд. экон. наук, Е. П. Мельникова, д-р техн. наук**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка****СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ
В ОРГАНИЗАЦИИ**

В условиях усиления конкурентного давления особую значимость приобретает совершенствование организационных механизмов, направленных на повышение производительности труда и оптимизацию системы оплаты. Исследование обосновывает ключевые подходы к определению факторов, влияющих на результативность работников, и выявляет взаимосвязь между системами мотивации, квалификационным уровнем персонала и динамикой производственных показателей.

Ключевые слова: производительность труда, заработная плата, работник, организация

Постановка проблемы

Эффективность функционирования любой организации во многом определяется тем, насколько результативно используется трудовой потенциал персонала. Производительность труда и уровень заработной платы – ключевые показатели, отражающие экономическую устойчивость предприятия, его способность выпускать продукцию или оказывать услуги высокого качества, а также сохранять конкурентные позиции на рынке. На эти параметры влияет широкий комплекс факторов: организация рабочих процессов, степень автоматизации и технологической оснащённости, качество управленческих решений, условия труда, система мотивации, профессиональная подготовка работников и рациональность распределения трудовых функций. Формирование оптимального механизма управления трудовой деятельностью требует системного подхода к анализу существующих процессов, включая выявление «узких мест», влияющих на скорость и качество выполнения работ. Важное значение имеют также условия соблюдения технологических регламентов, корректность применения оборудования, состояние производственной среды и уровень дисциплины труда. Совершенствование этих аспектов способствует повышению эффективности использования рабочей силы, что, в свою очередь, обеспечивает рост производительности, формирование справедливой системы оплаты труда и достижение ожидаемого уровня социальных и экономических результатов для организации и ее персонала.

Анализ последних исследований и публикаций

Современное развитие российской экономики происходит в условиях сохраняющейся нестабильности, проявляющейся в снижении темпов производства, повышенной волатильности рынков и дефиците инвестиционной активности предприятий. В подобных обстоятельствах особую актуальность приобретает задача повышения результативности трудовой деятельности, поскольку именно рост производительности труда выступает ключевым инструментом преодоления экономического спада и формирования предпосылок для устойчивого развития организаций. Улучшение эффективности использования рабочей силы способствует не только укреплению конкурентоспособности предприятий, но и созданию условий для повышения доходов работников, что напрямую влияет на уровень и качество жизни населения.

Теоретическая значимость анализа процессов, связанных с производительностью труда, заключается в том, что современная экономическая наука рассматривает труд как один из главных ограниченных ресурсов, определяющих возможности расширенного воспроизводства. В рамках изучения механизмов повышения эффективности производства именно человеческий капитал выделяется как определяющий фактор экономического роста. Исследование методов рационального использования труда, оптимизации организационных процессов, совершенствования мотивационных систем и формирования современных подходов к оплате труда позволяет выработать научно обоснованные рекомендации, направленные на повышение результативности работы персонала и общую экономическую устойчивость предприятий.

Вопросам производительности труда уделили внимание такие авторитетные ученые как Д. Синк, А. А. Гришнова, В. И. Гринчуцкий, А. С. Иванюков, М. С. Агафонова, Ю. А. Бочарников, А. Ю. Филичкина, Е. Н. Алтушкина, В. А. Вайсбурд, К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю, М. Ю. Митрофанова, Н. А. Морозова, С. В. Мочерный, С. Л. Смирнов, Л. В. Шамрай, А. И. Щербаков. Определением заработной платы занимались В. В. Адамчук, О. В. Ромашов, М. Е. Сорокина, Н. А. Волгин, Б. М. Генкин, Ю. В. Качина, Б. Г. Мазманова, Ю. Г. Одегов, А. П. Павленко, С. Сулакшин, А. А. Федченко, Р. А. Яковлев и другие.

Глобальная производительность труда представляет собой сводный показатель, отражающий общую эффективность использования рабочей силы в масштабах национальной экономики. Она определяется соотношением ключевых макроэкономических индикаторов, таких как валовой национальный продукт, внутренний национальный продукт и национальный доход, – к численности работников, занятых в общественном и хозяйственном производстве. Данный показатель позволяет оценить, насколько результативно используются трудовые ресурсы страны и какие тенденции наблюдаются в ее экономическом развитии.

Под локальной производительностью труда понимают измерение эффективности трудовой деятельности внутри отдельных сегментов экономики: отраслей промышленности, подотраслей или групп предприятий, выпускающих однородную продукцию. В этом случае уровень производительности определяется соотношением объема произведенной продукции (валовой, товарной или чистой), созданной конкретной производственной системой, и численности промышленно-производственного персонала, обеспечивающего данный результат. Такой подход позволяет выявлять отраслевые резервы роста и оценивать сравнительные преимущества различных видов деятельности.

К. Маркс считал, что только один фактор производства – труд, является производственным, и только с неуклонным ростом его эффективности связывалось благосостояние общества. Можно сказать, что труды К. Маркса положили начало так называемой однофакторной (индивидуальной) концепции производительности труда [1, 2].

Анализ научных опубликованных источников показывает, что существует значительное разнообразие подходов к определению понятий «производительность» и «производительность труда». Систематизируем наиболее распространенные трактовки данных категорий (таблица 1).

Цель исследования

Разработка комплекса мер по обеспечению повышения производительности труда и роста заработной платы в организации.

Изложение основного материала исследования

В современной практике управления выделяют два принципиально разных типа социально-трудовых отношений. Деструктивные отношения проявляются тогда, когда персонал демонстрирует неприятие организационных преобразований и оказывает сопротивление инициативам, направленным на повышение эффективности деятельности. Конструктивные же отношения характеризуются вовлеченностью работников, их готовностью поддерживать изменения и активно участвовать в процессах повышения производительности труда.

Таблица 1 – Подходы к определению понятий «производительность», «производительность труда» и «зарботная плата»

Автор	Научная трактовка
Производительность труда	
Синк Д.	Производительность – это отношение количества продукции, произведенной данной системой за данный период времени, к количеству ресурсов, потребленных для создания этой продукции за тот же период времени [3]
Аранжин В. В.	Равновесные темпы роста производительности труда и заработной платы целесообразны только в условиях развитой экономики, в ситуации отсутствия серьезных проблем в соотношении темпов роста заработной платы и производительности труда. Если же заработная плата находится на критически низком уровне, то необходимо приложить усилия для ее роста, иначе не может быть и речи о существенном повышении производительности труда и росте экономики в целом [4]
Агафонова М. С., Бочарников Ю. А.	Производительность труда – это эффективность затрат живого труда на производство потребительской стоимости (товаров и услуг), при исчислении которых необходим также учет использования других видов ресурсов, овеществленных в средствах производства [5, с. 5]
Митрофанова М. Ю.	Производительность труда – это продуктивность, плодотворность труда, это экономическая категория, характеризующая затраты живого и прошлого труда [6, с. 66]
Ибрагимов А. Х.	Производительность труда – основной показатель любого предприятия, она характеризует эффективность деятельности работников в сфере производства товаров и услуг [7]
Смирнов С. Л.	Производительность труда – это производительность живого труда коллектива предприятия и народнохозяйственная производительность затрат живого и овеществленного труда [8, с. 58]
Чупрова А. В.	Производительность труда является показателем эффективности трудового процесса, выражаемым отношением полезного результата производства к соответствующим затратам непосредственного, живого труда [9, с. 83]
Зарботная плата	
Трудовой кодекс РФ	Зарботная плата (оплата труда работника) – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные выплаты (доплаты и надбавки компенсационного характера, в том числе за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных, работу в особых климатических условиях и на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и иные выплаты компенсационного характера) и стимулирующие выплаты (доплаты и надбавки стимулирующего характера, премии и иные поощрительные выплаты) [10, с. 69]
Генкин Б. М.	Зарботная плата (или доход сотрудников предприятия) может выступать в двух ролях: процента на человеческий капитал или платы за аренду трудового потенциала [11, с. 189]
Одегов Ю. Г.	Зарботная плата – это плата за трудовые услуги, предоставляемые наемными работниками различных профессий, которая определяется в зависимости от количества и качества труда [12, с. 822]
Косицына Ф. П.	Зарботная плата работников состоит не только из основной заработной платы, но и включает поощрения текущих результатов работы, стимулирующие выплаты из прибыли, доплаты, надбавки, компенсации и социальные выплаты [13, с. 28]
Баташева М. А.	Зарботная плата представляет собой денежное вознаграждение за труд. В рыночной экономике заработная плата представляет наиболее важный интерес наемных работников, работодателей и вообще государства в целом. По существу, это главный доход для большинства населения, ведь независимо от выполняемой работы, каждый работник берет плату за свой проделанный труд. От размера заработной платы зависит его условия жизни, уровень удовлетворения своих повседневных потребностей, а также возможность сохранения работоспособности [14]

Переход от деструктивной модели взаимодействия к конструктивной требует применения специальных инструментов управления, позволяющих сформировать у сотрудников положительную мотивацию и заинтересованность в достижении стратегических целей предприятия. Это создает условия для широкого участия персонала в проектах повышения производительности и способствует реализации ключевых параметров развития организации.

На рисунке 1 представлена схема организационного механизма, обеспечивающего рост производительности труда работников. На рисунке 2 отражена структура механизма, направленного на увеличение заработной платы, которое напрямую связано с результатами труда и эффективностью функционирования организации.

Основное назначение организационного механизма заключается в обеспечении руководства и специалистов необходимыми инструментами для разработки и внедрения оптимальных управленческих решений. Такой механизм помогает организовать координацию социально-трудовых отношений, определить наиболее рациональные способы повышения производительности труда, сформировать систему поддержки мероприятий по ее увеличению, а также обеспечить организацию необходимыми трудовыми ресурсами и мотивировать персонал к достижению более высоких результатов.

Ключевая цель организационного механизма повышения производительности труда состоит в трансформации сложившихся социально-трудовых отношений таким образом, чтобы устранить факторы сопротивления со стороны работников и сформировать благоприятные условия для успешной реализации изменений.

Предмет системы государственного регулирования заработной платы заключается в формировании набора социально-экономических гарантий для работников, обеспечивающих реализацию их конституционного права на безопасные условия труда и получение справедливого вознаграждения за выполняемую работу. Формирование такой системы тесно связано с общей социально-экономической политикой государства, поскольку именно она определяет направления и границы воздействия на ключевые параметры оплаты труда. Объектом государственного регулирования выступают как номинальная величина заработной платы, так и ее реальный уровень, характеризующий покупательную способность доходов работников.

Структурно система государственного регулирования заработной платы состоит из трех основных групп участников – государства, работодателей и работников, – а также включает институциональную и управленческую подсистемы. Институциональная подсистема представляет собой основу, на которой строится функционирование всей системы. Регулирующие институты, определяющие правила поведения экономических субъектов, подразделяются на формальные и неформальные.

В условиях современного государства приоритетную роль играют именно формальные институты, закрепленные в законодательных и нормативных документах и обязательные к исполнению всеми участниками социально-трудовых отношений. Их развитие отражает изменения в социально-экономической среде, а влияние формальных норм, в свою очередь, опирается на неформальные институты. Последние существуют в виде социальных норм, традиций, обычаев и ценностных установок, которые формируют устойчивые модели поведения и часто служат основой для формирования новых правовых норм. Примером такого перехода является институционализация профсоюзов: из неформальных объединений они трансформировались в полноправных представителей интересов работников, способных вести переговоры с объединениями работодателей и влиять на регулирование трудовой миграции.

Особое значение среди формальных институтов занимает коллективный договор, который выполняет роль ключевого механизма согласования интересов государства, работодателя и работника. Он связывает нормативно-правовые требования, установленные на уровне государства, с правилами организации труда внутри предприятия, формируемыми в ходе коллективных переговоров. Несмотря на разнообразие его положений, центральным элементом содержания коллективного договора должны оставаться правовые нормы, устанавливающие обязательный характер регулирования, тогда как взаимные обязательства сторон выступают инструментами их практической реализации.

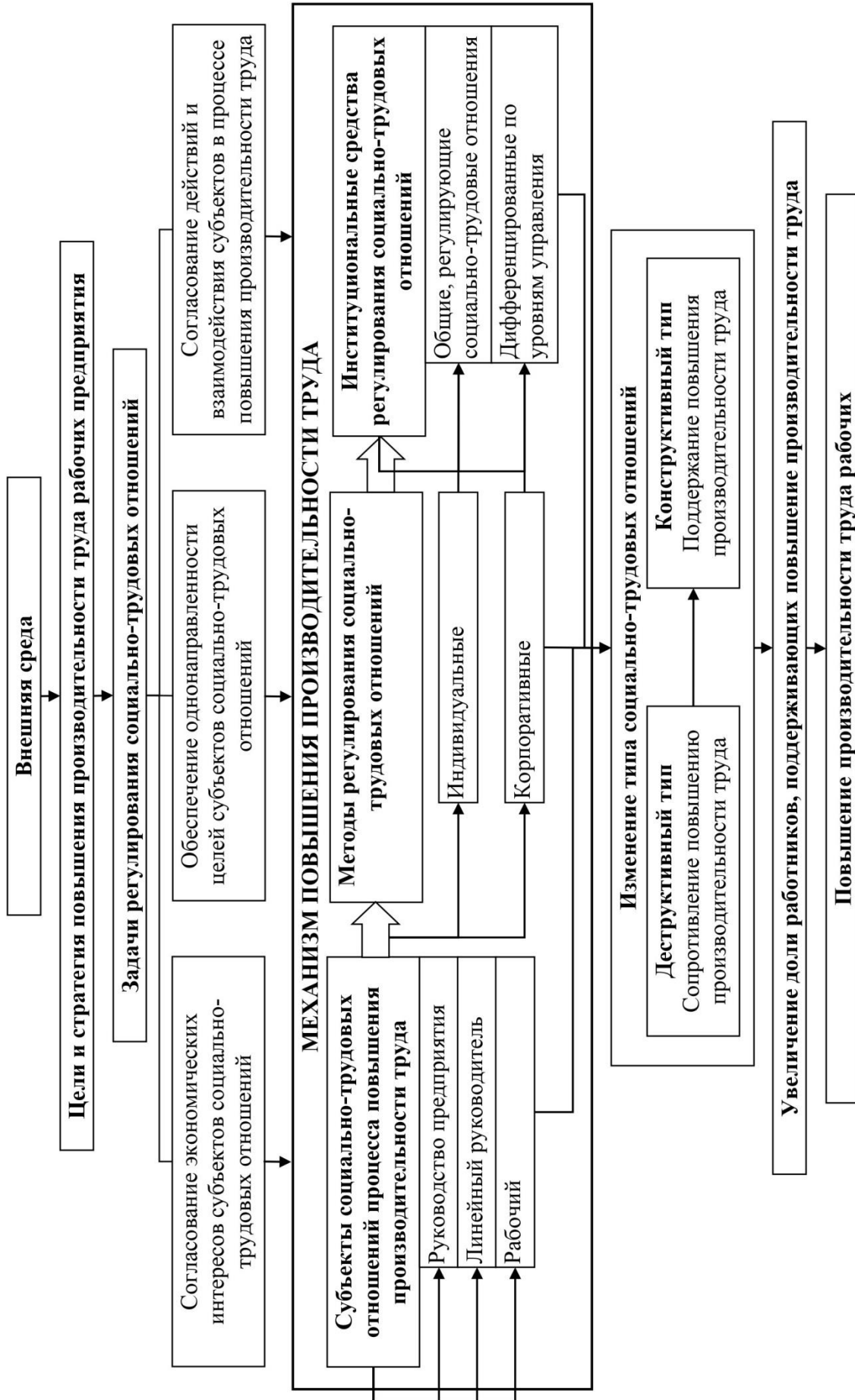


Рисунок 1 – Организационный механизм повышения производительности труда

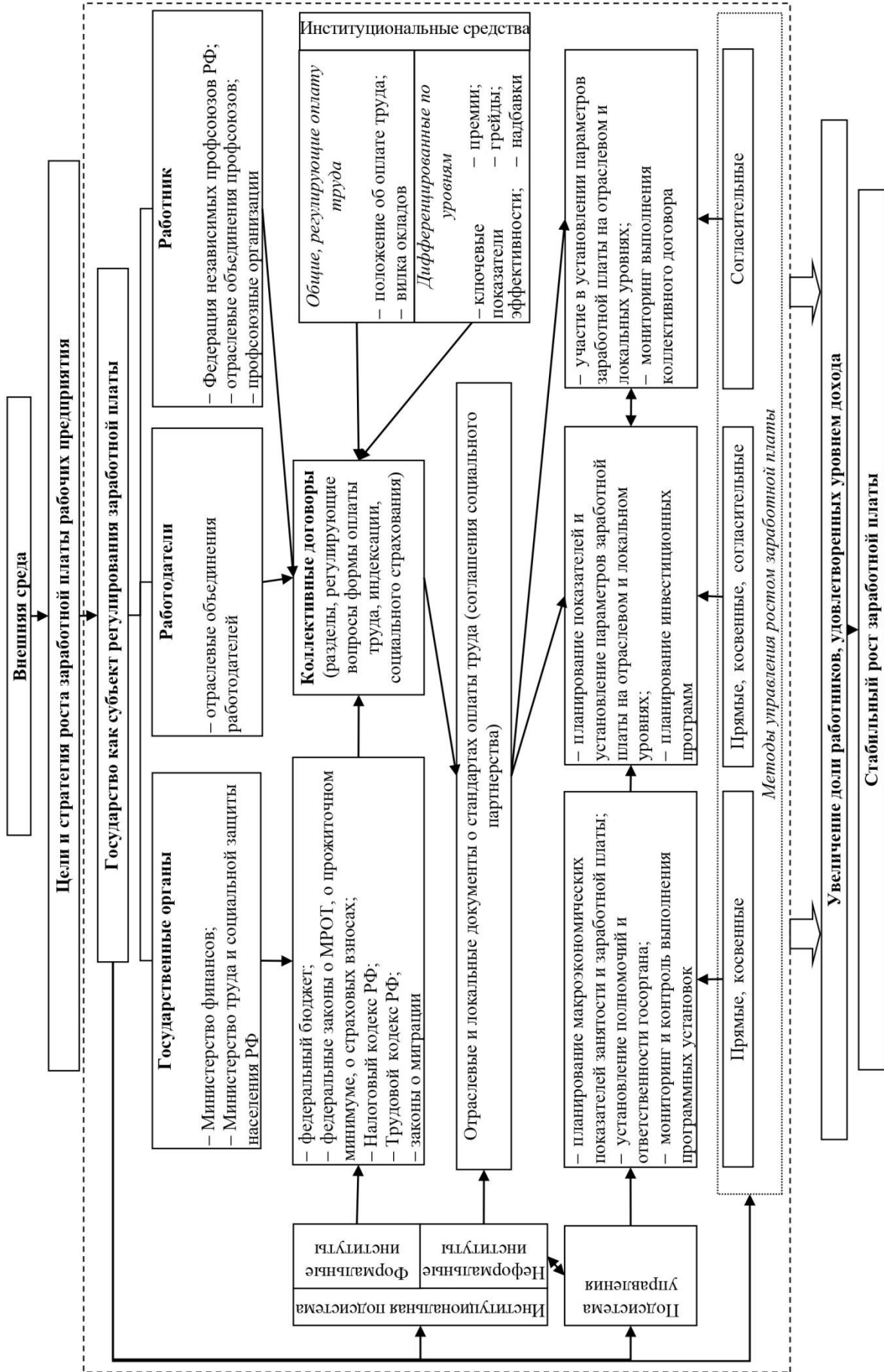


Рисунок 2 – Организационный механизм роста заработной платы

Система формальных институтов дополняется разветвленной совокупностью отраслевых и локальных нормативных документов, которые принимаются на уровне объединений работодателей, профсоюзных структур и конкретных организаций. К таким документам относятся положения о премировании персонала, порядок выплаты вознаграждений по итогам работы за год, правила внутреннего трудового распорядка, а также регламенты, определяющие порядок профессиональной подготовки и развития кадров. Локальные нормативные акты, как правило, разрабатываются по инициативе работодателя, но с обязательным учетом позиции представительного органа работников. Они усиливают систему гарантий, конкретизируют требования коллективного договора и обеспечивают более гибкое регулирование трудовых отношений на уровне предприятия.

Не менее важным структурным элементом выступает управленческая подсистема, представляющая собой механизм практической реализации формальных институтов, а также контроля их исполнения и результативности. Основная ее функция – обеспечение накопления и анализ информации, необходимой государственным органам для разработки новых или корректировки действующих норм регулирования оплаты труда. На уровне отдельных предприятий управленческие решения в сфере заработной платы принимаются с ориентацией на стратегическое развитие бизнеса, инвестиционные планы и прогнозируемую экономическую конъюнктуру.

Государственное регулирование заработной платы осуществляется посредством сочетания прямых, косвенных и согласительных методов. Прямые инструменты направлены на поддержание воспроизводственного уровня рабочей силы, косвенные – на достижение социальной справедливости и сбалансированность доходов, а согласительные методы используются для организации устойчивой системы взаимодействия между работником и работодателем. В совокупности данные подходы позволяют формировать условия для эффективного развития социально-трудовых отношений.

Учитывая двойственную природу взаимодействия участников трудового процесса, возможно выделить два самостоятельных направления в структуре организационного механизма, ориентированных на снижение сопротивления изменениям.

1. Методы, нацеленные на уменьшение сопротивления, обусловленного индивидуальными психологическими и профессиональными характеристиками работников;

2. Методы, устраняющие причины сопротивления, возникающие в бизнес-среде и связанные с организацией труда, технологиями и условиями деятельности, которые способствуют росту производительности труда.

Комплексное применение данных методов способно существенно сократить влияние факторов, формирующих деструктивные социально-трудовые отношения.

Изучение научной литературы [4, 5, 6, 7] позволили определить эффективные методы повышения производительности труда, а также подтвердить значимость регулярного обучения как средства корректировки трудовых отношений, связанных с личностными особенностями сотрудников (таблица 2). Повышение квалификации, систематическое информирование и объективная оценка результатов труда обеспечивают рост вовлеченности работников и снижение их сопротивления изменениям.

Для практического внедрения методологии оценки и ранжирования разработана система визуального учета и управления результатами труда. Ее концептуальная основа включает следующие положения:

- ориентированность на целевые параметры развития отрасли и предприятия;
- фиксация результатов в режиме реального времени, что позволяет своевременно корректировать управленческие решения;
- сопоставимость показателей на разных этапах производственного процесса и различных уровнях управления;
- использование только тех критериев эффективности, на которые работник спосо-

бен повлиять непосредственно;

– прозрачность, наглядность и доступность информации о выполнении трудовых функций и об условиях, определяющих результативность деятельности.

Таблица 2 – Методы повышения производительности труда

Наименование метода	Суть метода
Оценка и ранжирование результатов труда	Регулярное представление результатов деятельности структурных подразделений и отдельных работников, включая показатели совершенствования организации труда и производства, в форме графиков, фотоматериалов и иных визуализированных материалов за определенные временные периоды (месяц, квартал, год) способствует формированию соревновательного эффекта. Данный подход повышает степень вовлеченности персонала в процессы совершенствования трудовой деятельности и производственных процессов
Регулярное обучение работников	Приоритетное освоение организационных методов совершенствования производственных процессов и повышения производительности труда предполагает использование таких форм подготовки, как аналитико-моделирующие и имитационно-моделирующие семинары, стажировки, а также целевые командировки
Программно-целевое управление	Формирование целевых ориентиров в сфере интенсификации трудовой деятельности; разработка программ и проектов, направленных на совершенствование организации труда и производства; определение ресурсных потребностей, необходимых для их реализации; установление показателей, позволяющих оценить степень достижения поставленных целей; формирование механизма мониторинга хода выполнения программ (проектов) и их оперативной корректировки, организация систематического сбора, хранения и аналитической обработки информации, обеспечивающей руководителей и специалистов своевременными и достоверными данными о наличии резервов повышения эффективности и безопасности производственных процессов, что создает основу для принятия обоснованных управленческих решений как в текущем, так и в долгосрочном периодах
Стандартизация	Согласование элементов производственного процесса во времени и пространстве осуществляется посредством разработки технологических и организационных стандартов, обеспечивающих эффективное и безопасное выполнение трудовых операций работниками. Данная деятельность включает построение рационального плана реализации комплексных мероприятий по совершенствованию организации труда и производства, а также упорядочение трудовой деятельности персонала через разработку нормативных документов, определяющих правила и нормы взаимодействия работников, численность задействованного персонала, методы организации труда и другие ключевые параметры производственного процесса
Учет и стимулирование экономических результатов	Формирование в производственных подразделениях предприятия системы экономических отношений осуществляется на основе принципов хозяйственной самостоятельности, материальной заинтересованности коллективов и отдельных работников в результатах своей деятельности, а также экономической ответственности за достигнутые показатели

Подобная система способствует формированию объективной и мотивирующей среды, в которой работники видят взаимосвязь между собственными усилиями, результатами труда и возможностями профессионального роста.

Система визуального учета и управления результативностью охватывает все уровни организационной структуры и предполагает дифференцированное представление информации в зависимости от категории работников:

– на уровне руководства предприятия осуществляется мониторинг целевых ориентиров по производительности труда, фиксируется их помесечная динамика, а также контролируется реализация программ развития и комплексных организационных проектов, направленных на совершенствование трудовых процессов и производственных технологий;

– на уровне руководителей производственных линий ведется учет ключевых показа-

телей эффективности, отражающих производительность подразделения, отслеживается их ежемесячное изменение и обеспечивается исполнение мероприятий по улучшению организации труда на участках;

– на уровне рабочих мест фиксируются индивидуальные показатели производительности, их динамика, а также достижения или отклонения от установленных стандартов, что позволяет отслеживать вклад каждого сотрудника в общие результаты и оценивать эффективность реализуемых мероприятий по оптимизации рабочих процедур.

Представляемая информация должна визуализироваться с помощью графических материалов (диаграмм, таблиц, схем) и размещаться в открытом доступе для соответствующих групп работников. Это обеспечивает прозрачность результатов труда и укрепляет мотивацию персонала.

Для устранения источников сопротивления, возникающих под воздействием факторов бизнес-среды (несогласованность функций, отсутствие регламентов, разрывы между результатами и вознаграждением), необходимо повысить согласованность целей работников и руководства, стандартизировать производственные процессы и укрепить систему стимулирования. Этому способствует применение таких методов, как управление по программным целям, стандартизация рабочих процедур, учет и стимулирование экономических результатов (таблица 2).

Эффективная реализация методологии регулирования социально-трудовых отношений возможна только при наличии соответствующих институциональных инструментов. Их условно подразделяют на общие, применимые ко всем участникам трудовых отношений, и дифференцированные, ориентированные на особенности деятельности конкретных субъектов.

К универсальным институциональным инструментам относятся:

- система повышения квалификации, обеспечивающая реализацию концепции непрерывного обучения работников;
- система сертификации персонала, позволяющая выявлять соответствие компетенций работников стратегическим целям предприятия;
- наглядная система визуального учета и контроля, необходимая для анализа результатов труда и своевременной корректировки управленческих решений.

Одной из эффективных форм повышения квалификации является обучающий аналитико-моделирующий семинар, в ходе которого участники знакомятся с актуальными проблемами организации труда, изучают возможные инструменты их решения и приобретают навыки практического применения этих методов. Семинары по имитационному моделированию, основанные на деловых играх, позволяют рассматривать производственные и организационные проблемы с разных сторон, моделировать последствия управленческих решений и выбирать оптимальные варианты действий.

Цель системы сертификации заключается в определении соответствия компетенций, профессиональной мотивации и трудового поведения сотрудников стратегическим ориграм развития организации. Процесс сертификации включает несколько этапов: выявление проблемных аспектов в деятельности работника, оценка профессиональных компетенций, согласование целей повышения производительности труда между работником и работодателем, а также принятие решений о корректировке зон ответственности (их расширение, перераспределение или, при необходимости, сокращение).

Неотъемлемым элементом системы является механизм ключевых показателей эффективности (KPI), который устанавливает требования к результатам труда каждого сотрудника и определяет взаимосвязь между уровнем достижения показателей и размером вознаграждения.

Индивидуальные, подразделенческие и корпоративные планы развития включают набор мероприятий, направленных на рост производительности труда и совершенствование организационного потенциала.

Организационные проекты представляют собой инициативы, разработанные работниками или руководителями, которые реализуются в пределах их полномочий и направлены на улучшение производственных процессов, повышение эффективности и снижение издержек.

Производственные процессы, рабочие процедуры и функциональные стандарты определяют содержание, последовательность и продолжительность выполнения работ, а также конкретизируют функциональные обязанности сотрудников, обеспечивая единообразие и стабильность рабочих операций.

Особое значение для функционирования предприятия имеет система самофинансирования, включающая механизм внутренних цен на услуги, предоставляемые подразделениями друг другу. Внутренние расчеты по затратам и выручке позволяют более точно учитывать эффективность каждого подразделения, способствуют рациональному распределению ресурсов и повышению экономической ответственности подразделений.

Положение о распределении фонда оплаты труда и Положение об оплате труда и премировании регламентируют формирование премиальных фондов подразделений и порядок распределения материального вознаграждения. При этом учитываются: выполнение трудовых функций, вклад в рост производительности и достижение установленных целевых показателей.

Такая совокупность инструментов создает методологическую и организационную основу, обеспечивающую повышение производительности труда, развитие системы оплаты труда и формирование конструктивных социально-трудовых отношений в организации. Применение таких инструментов обеспечивает комплексное воздействие на социально-трудовые отношения, способствует увеличению числа работников, активно вовлеченных в процессы повышения производительности труда, и создает предпосылки для достижения установленных целевых показателей деятельности организации.

Выводы

В ходе исследования проведен анализ понятийной структуры трудовой деятельности и качества работы персонала на предприятиях. Рассмотрены различные подходы к оценке производительности труда, включая количественные показатели выработки, качество выполнения трудовых функций, уровень мотивации и участие сотрудников в улучшении организационных процессов. Выявлены ключевые факторы, влияющие на результативность работы, такие как рациональная организация труда, технологическая оснащенность, соблюдение норм и стандартов, качество планирования и координации процессов, а также материальная и нематериальная мотивация работников. В качестве инструмента повышения производительности труда и уровня заработной платы предложено использовать интегрированные методы управления, включающие оценку и ранжирование трудовой деятельности сотрудников, визуальный учет результатов, регулярное обучение через аналитико-моделирующие и имитационно-моделирующие семинары, а также разработку программ и проектов по совершенствованию организации труда и производственных процессов. Создана структура оценки эффективности, позволяющая соотнести индивидуальные и коллективные показатели работников с целями организации, а также своевременно корректировать программы повышения производительности.

Таким образом, исследование подчеркивает значимость комплексного подхода к управлению трудовой деятельностью, основанного на системной интеграции методов анализа, мониторинга и стимулирования. Применение предложенных механизмов и инструментов позволяет учитывать как объективные показатели работы сотрудников, так и их мотивационные и социальные аспекты, создавая условия для повышения производительности труда, улучшения материального вознаграждения и устойчивого развития организации в условиях конкурентной среды.

Список литературы

1. Маркс, К. Сочинения : в 30 томах. Том 23 / К. Маркс, Ф. Энгельс. – 2-е издание. – Москва : Государственное издательство политической литературы, 1960. – 907 с.
2. Маркс, К. Сочинения : в 30 томах. Том 3 / К. Маркс, Ф. Энгельс. – 2-е издание. – Москва : Государственное издательство политической литературы, 1955. – 629 с.
3. Синк, Д. С. Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение / Д. С. Синк. – Москва : Прогресс, 1989 – 521 с. – ISBN 5-01-001773-3.
4. Аранжин, В. В. Проблемы соотношения заработной платы и производительности труда: системный подход / В. В. Аранжин. – Текст : электронный // Социально-трудовые исследования. – 2020. – №2(39). – С. 18–29. – DOI: 10.34022/2658-3712-2020-39-2-18-29. – URL: <https://vcot.info/assets/img/magazine/issues/2020/39.pdf> (дата обращения: 17.10.2025).
5. Агафонова, М. С. Совершенствование мотивации к труду как условие эффективной деятельности предприятия / М. С. Агафонова, Ю. А. Бочарников. – Текст : электронный // Концепт : научно-методический электронный журнал. – 2016. – Т. 2. – С. 411–415. – URL: <https://e-koncept.ru/2016/46098.htm> (дата обращения: 22.10.2025).
6. Митрофанова, М. Ю. Производительность труда в современной экономической системе: на материалах аграрно-промышленного комплекса (АПК) : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Митрофанова Марина Юрьевна. – Чебоксары, 2010. – 24 с. – Место защиты : Чувашский гос. ун-т имени И. Н. Ульянова.
7. Ибрагимов, А. Х. Понятие и факторы производительности труда / А. Х. Ибрагимов. – Текст : электронный // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2024. – Vol. 2-3(89). – С. 204–206. – URL: <https://file:///C:/Users/sony/Downloads/ponyatie-i-factory-proizvoditelnosti-truda.pdf> (дата обращения: 23.10.2025).
8. Смирнов, С. Л. Практические методы повышения производительности труда / С. Л. Смирнов. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 42 с.
9. Чупрова, А. В. Организация, нормирование и управление производительностью труда / А. В. Чупрова. – Текст : электронный // Молодой ученый. – 2022. – № 19(414). – С. 199–201. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48524444> (дата обращения: 24.10.2025).
10. Трудовой кодекс России 2025 : [принят Государственной Думой 21 декабря 2001 года] : последняя редакция с Комментариями. – Текст : электронный // Трудовой кодекс РФ : [сайт]. – URL: <http://www.trudkod.ru/> (дата обращения: 15.10.2025).
11. Генкин, Б. М. Мотивация и организация эффективной работы (теория и практика) : монография / Б. М. Генкин. – Москва : Норма, 2020. – 352 с. – ISBN 978-5-91768-711-7.
12. Одегов, Ю. Г. Управление персоналом : учебник и практикум для вузов / Ю. Г. Одегов, Г. Г. Руденко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2025. – 445 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11503-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/559820> (дата обращения: 27.10.2025).
13. Косицына, Ф. П. Соотношение роста производительности труда и заработной платы – критерий эффективности государственного регулирования экономики / Ф. П. Косицына. – Текст : электронный // Бизнес. Образование. Право. – 2010. – № 2(12). – С. 17–21. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15185991> (дата обращения: 18.08.2025).
14. Баташева, М. А. Заработная плата, её функции и роль в повышении производительности труда / М. А. Баташева. – Текст : электронный // Молодой ученый. – 2015. – № 10(90). – С. 519–522. – URL: <https://moluch.ru/archive/90/18729> (дата обращения: 20.08.2025).

О. И. Черноус, Е. П. Мельникова

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка**

**Совершенствование механизма и методов повышения производительности труда
и заработной платы в организации**

Эффективность работы предприятия во многом определяется качеством выполняемых трудовых процессов и организацией производственной деятельности, что напрямую влияет на производительность труда и уровень вознаграждения сотрудников. В современных условиях высокой конкуренции и динамичного развития рынка организации сталкиваются с необходимостью постоянного совершенствования методов управления трудовой деятельностью и оптимизации производственных процессов. В этом контексте особую значимость приобретают научно обоснованные подходы, позволяющие систематически оценивать результаты работы сотрудников, выявлять их потребности и трансформировать их в конкретные управленческие решения.

В ходе исследования были проанализированы различные подходы к оценке эффективности труда,

выявлены ключевые показатели результативности, а также определены факторы, влияющие на восприятие качества работы персонала и результаты деятельности подразделений. Взаимосвязь этих элементов представлена в виде модели управления трудовой деятельностью, построенной на принципах мониторинга показателей, регулярного обучения сотрудников, оценки и ранжирования их деятельности, что позволяет систематизировать процессы повышения производительности и оптимизации рабочих функций.

В процессе исследования выявлены основные проблемы, сдерживающие рост производительности труда, включая несоответствие фактических результатов ожидаемым целям, недостаточный учет индивидуальных особенностей работников, низкий уровень мотивации и слабую координацию действий между подразделениями. Применение комплексного механизма управления трудовой деятельностью, ориентированного на мотивацию и вовлеченность сотрудников, обеспечивает повышение результативности работы, формирование справедливой системы оплаты труда и создание условий для устойчивого развития организации в условиях конкурентного рынка.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА, ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА, РАБОТНИК, ОРГАНИЗАЦИЯ

O. I. Chornous, E. P. Melnikova
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka
Improvement of the Mechanism and Methods of Increasing Labour Productivity and Wages
in an Organization

The efficiency of an enterprise largely depends on the quality of its labour processes and the organization of production activities, which directly affects labour productivity and employee compensation levels. In today's environment of high competition and dynamic market development, organizations face the need for continuous improvement of labour management methods and optimization of production processes. In this context, scientifically grounded approaches that allow for systematic assessment of employee performance, identification of their needs, and transformation of these insights into concrete managerial decisions become particularly important.

The study analysed various approaches to evaluating labour efficiency, identified key performance indicators, and determined factors influencing the perception of work quality and the outcomes of departmental activities. The interrelationship of these elements is presented as a labour management model based on monitoring indicators, regular employee training, performance assessment, and ranking, which enables the systematization of productivity enhancement processes and optimization of work functions.

The research identified the main issues constraining labour productivity growth, including the discrepancy between actual results and expected goals, insufficient consideration of individual employee characteristics, low motivation levels, and weak coordination between departments. Implementing a comprehensive labour management mechanism focused on the employee motivation and engagement ensures improved performance, the formation of a fair compensation system, and the creation of conditions for sustainable organizational development in the competitive market environment.

LABOUR PRODUCTIVITY, WAGES, EMPLOYEE, ORGANIZATION

Сведения об авторах:

О. И. Черноус

SPIN-код РИНЦ: 6362-9293
 Телефон: +7 949 436-76-87
 Эл. почта: kseniya_1382@mail.ru

Е. П. Мельникова

SPIN-код РИНЦ: 6737-6600
 Телефон: +7 949 408-89-09
 Эл. почта: melnikova_adi@mail.ru

Статья поступила 29.10.2025

© О. И. Черноус, Е.П. Мельникова, 2025

*Рецензент: Е. Г. Курган, канд. экон. наук, доц.,
 каф. «Экономическая теория и государственное
 управление» ФГБУ ВО «ДонНТУ», зам. директора
 по вопросам интеллектуальной собственности
 ФГБНУ «Институт научно-технической информации», г. Донецк*

Н. В. Гуменюк, канд. экон. наук, Р. А. Мавлиханов

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

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРАВИЛАМИ РАБОТЫ С КОРПОРАТИВНЫМИ КЛИЕНТАМИ

Актуализирован вопрос использования системы бизнес-правил при работе с корпоративными клиентами, вследствие чего представлены ключевые этапы проведения проектных работ по разработке автоматизированной системы управления бизнес-правилами как средства повышения эффективности принятия решений. В ходе разработки информационного обеспечения предложена типовая архитектура BRMS-системы и алгоритмы реализации бизнес-правил для корпоративных клиентов компании.

***Ключевые слова:** модель, алгоритм, бизнес-правило, BRMS-система, информационное обеспечение, корпоративный клиент, управленческое решение*

Введение

Процесс формирования и развития взаимоотношений с клиентами представляет собой активное изучение не просто данных, а именно получение знаний о клиентах. Эти знания становятся основой для адаптации бизнес-моделей и стратегий с целью удовлетворения уникальных потребностей каждого клиента.

Руководители организаций, как правило, быстро осознают наличие проблем в сфере клиентских отношений, ключевым индикатором которых является объем продаж, а также реакция стратегически важных и долгосрочных клиентов. В условиях современного рынка простой рост объема рекламы не способен оперативно устранить спад продаж, как это было в прошлом. Современные подходы к маркетингу, такие как «прямые атаки», приводят к значительному увеличению себестоимости и, как следствие, к снижению конкурентоспособности компании. Один из ключевых аспектов этой проблемы заключается в низком уровне сервисного обслуживания. Качество обслуживания определяется компетенцией менеджеров и их способностью выстраивать доверительные отношения с клиентами. При этом владение актуальной информацией о клиентах может стать значительным конкурентным преимуществом, а глубокое понимание их предпочтений позволяет точнее оценивать потребности и удовлетворять их более эффективно.

Анализ исследований и публикаций

Современной тенденцией решения проблем, возникающих в процессе взаимодействия с клиентами является внедрение в управленческий процесс системы бизнес-правил. Концептуальная основа бизнес-правил зародилась в ходе научных исследований в области искусственного интеллекта и экспертных систем, которые долгое время развивались независимо от вопросов информационных систем в производственной сфере. Сегодня сугубо технические понятия информационных технологий получили новое развитие в виде бизнес-правил и хранилищ правил применительно к задачам управления предприятием.

Существенный вклад в развитие теоретических аспектов формирования бизнес-правил и их практического применения в работе систем поддержки принятия решений внесли как отечественные, так и зарубежные ученые, среди которых: А. А. Белайчук, В. Г. Елиферов [1], В. В. Баранов, И. В. Иванов [2], В. М. Свистунов [3], В. И. Бариленко [4], Г. Р. Молдаш,

С. С. Аубакиров [5], А. М. Савин [6], Л. В. Гадасина [7], И. А. Благих [8], О. Ю. Шепелева [9], Р. Р. Вейнберг [10], Н. И. Нурышов [11] и другие.

Целью статьи является обобщение ключевых этапов проектирования автоматизированной системы управления бизнес-правилами и разработка информационного обеспечения BRMS-системы для оптимизации работы с корпоративными клиентами.

Основные результаты исследования

В современном контексте термин «бизнес-правило» используется достаточно широко, однако его толкование варьируется в зависимости от профессиональной принадлежности специалистов, рассматривающих его.

Бизнес-правило можно охарактеризовать как формулировку, которая определяет или ограничивает определенные аспекты деятельности организации. По сути, оно служит основой для структурирования бизнеса или управления его поведением. Бизнес-правила формируют набор предписаний, в соответствии с которыми организация осуществляет свою деятельность и регулирует реализацию бизнес-стратегий, политик и регламентов. Более строгое определение рассматривает бизнес-правило как формулировку бизнес-логики, которая предписывает выполнение одного или нескольких действий при наличии заданных условий. Таким образом, бизнес-правило представляет собой набор условий, регулирующих деловые операции, с целью достижения результатов, соответствующих целям предприятия. В этом контексте оно является основой для принятия бизнес-решений и включает совокупность условий, в которых могут быть описаны параметры продуктов и услуг, установлены ограничения, определены политики и исключения.

Среди ключевых характеристик бизнес-правил можно выделить три основные [1]:

- управление определенной частью коммерческой деятельности предприятия;
- достаточная формализация и детализация, позволяющие как человеку, так и информационным системам корректно интерпретировать и применять данное правило;
- возможность изменения или уточнения правила в зависимости от потребностей организации.

Основные источники формирования бизнес-правил включают [2]:

- нормативные акты, содержащие информацию, которую не всегда целесообразно интегрировать в программные решения. Актуальными проблемами остаются юридическая терминология и необходимость извлечения бизнес-правил из имеющихся норм и процессуальных указаний, что может приводить к противоречиям между политиками и практическими руководствами, а также методическими материалами;
- данные и процессы, на основе которых можно выстраивать бизнес-правила, отражающие динамику процессов. Бизнес-процессы часто содержат множество скрытых правил, характерных для организации;
- профессиональный опыт сотрудников, который служит источником множества правил, формируемых бизнес-пользователями. Получение бизнес-правил также возможно с помощью методик сбора требований, таких как фокус-группы, прямое наблюдение, интервью и семинары;
- унаследованные системы и программный код, изучение которых для выявления реализованных в них бизнес-правил представляет собой затратный и трудоемкий процесс. В большинстве случаев проекты, использующие этот подход, содержат избыточное количество правил, находящихся на низком уровне абстракции.

Организации, эффективно управляющие своими бизнес-правилами, рассматривают разработанные механизмы их применения как конкурентное преимущество по сравнению с теми, кто игнорирует правильное обращение с ними. Следует отметить, что бизнес-правила существуют в любой компании, независимо от того, оформлены ли они документально.

Ключевая концепция этого подхода заключается в реализации бизнес-логики с помощью

правил, оформленных в максимально доступной и понятной форме и хранящихся вне программного обеспечения, которое их применяет. Учитывая это, можно предположить, что использование такого подхода может негативно сказаться на производительности по сравнению с явным программным внедрением бизнес-логики, поэтому применение его имеет смысл только в отношении наиболее критически важных правил.

Применение методов управления бизнес-правилами способствует реализации гибкой и понятной логики, тем самым оказывая непосредственное влияние на стратегические направления развития бизнеса и улучшая визуальное восприятие бизнес-процессов. Это, в свою очередь, открывает возможности для более быстрого принятия решений в динамичной деловой среде [3].

Процесс извлечения бизнес-правил в большинстве случаев требует обращения к различным источникам информации. Важным первым шагом становится выбор подходящих источников для мониторинга. Если рассматриваемый источник представляет собой стабильные правила, целью анализа становится интеграция этих правил в систему управления бизнес-процессами. В контексте источников с переменчивыми правилами анализ включает проектирование соответствующих шаблонов правил. Основные этапы данной технологии освоения, применения бизнес-правил и интеграции модели в общей информационной системе предприятия (ИСП) проиллюстрированы на рисунке 1.

Этап 1	•Анализ основных источников получения бизнес-правил
Этап 2	•Выявление и формализация бизнес-правил
Этап 3	•Документирование – создание каталога бизнес-правил
Этап 4	•Выделение бизнес-правил для реализации в модели
Этап 5	•Выбор средств реализации бизнес-правил
Этап 6	•Создание модели бизнес-правил
Этап 7	•Тестирование модели
Этап 8	•Интеграция модели с общей ИСП

Рисунок 1 – Этапы применения концепции бизнес-правил

Несмотря на очевидные преимущества бизнес-правил, их использование остается в определенной степени ограниченным. Многие организации применяют этот подход на стратегическом уровне в основном для анализа и понимания своего бизнеса. Тем более что лишь ограниченное число организаций обращается к бизнес-правилам с целью оптимизации систем [4, 5].

К числу недостатков применения бизнес-правил можно отнести: недостаточное количество генерируемых новых правил, трудности с формализацией правил, поскольку они зачастую основаны на субъективных мнениях экспертов, сложности с выявлением актуальных правил, а также нехватку квалифицированных специалистов в данной области. Наблюдается значительный дефицит профессионалов в сфере бизнес-правил, которые не только обладают теоретическими знаниями о бизнес-правилах, логике предикатов и системах управления бизнес-правилами, но и имеют практический опыт проектирования, программирования и работы с системами управления бизнес-правилами (BRMS) [6].

Поскольку бизнес-правила часто интегрируются в регламенты, отражаются в должностных инструкциях и распорядительных документах, управление ими без применения специализированных информационных технологий представляет собой серьезную проблему и требует значительных временных и финансовых ресурсов.

Внедрение систем управления бизнес-правилами может значительно ускорить тестирование ключевых аспектов бизнес-логики и позволить бизнес-пользователям вносить изменения в логику принятия решений без необходимости привлекать ИТ-специалистов. К числу таких систем относятся: ILogJogRules, Blaze Advisor и Visual Rules.

На данный момент лишь небольшое количество организаций проявило интерес к автоматизации процессов управления бизнес-правилами. Несмотря на очевидные преимущества такого подхода, его потенциал пока не используется в полной мере.

Актуальность жесткой формализации уровней бизнес-правил обуславливает необходимость тщательного отслеживания взаимосвязей между различными уровнями правил. При формулировании элементарных бизнес-правил важно, чтобы их можно было проследить до бизнес-правил, из которых они получены, и, далее, – до бизнес-политики в целом [7].

Системы, в основе концепции которых лежит технология принятия решений, опирающаяся на бизнес-правила как составляющую бизнес-логики и процессов, обозначаются термином Business Rules Management System (BRMS) – системы управления бизнес-правилами. Данные системы нашли широкое применение в международной практике автоматизации, особенно в финансовом секторе и государственном управлении [8]. Ключевой особенностью таких систем является их ориентированность на функциональных пользователей, а не на программистов. Структурная организация типичной BRMS проиллюстрирована на рисунке 2.



Рисунок 2 – Архитектура BRMS-системы

Процесс формализации бизнес-правил включает в себя создание словаря бизнес-терминов и требует от аналитиков глубоких знаний в области логики. Теоретической основой бизнес-правил служит предикативная логика, которая является частью формальной логики [10]. Более глубокое изучение теоретических основ бизнес-правил позволяет достичь более универсального понимания их сущности и методологии применения.

Следующий шаг – создание каталога бизнес-правил, предназначенного для документирования как самих правил, так и источников их формирования. В этих шаблонах предусмотрены образцы ключевых слов и категорий, что позволяет систематизировать правила.

Каждое правило получает уникальный идентификатор и текстовое описание, а также тип, указывающий на его природу (факт, ограничение, вывод, вычисление или активатор действия). Поле статуса (статическое или динамическое) позволяет оценить вероятность изменения конкретного правила со временем.

К выбору инструментов для реализации BRMS необходимо подходить с высокой степенью ответственности и обоснованности. На современном рынке представлено множество решений в области BRMS, включая как коммерческие продукты, предназначенные для крупных компаний с комплексными процессами и корпоративными информационными системами, так и открытые решения, подходящие для небольших организаций с целью внедрения подхода на основе бизнес-правил. Создание модели правил включает интеграцию утвержденных и разработанных правил в выбранную систему.

На этапе тестирования проверяется корректность функционирования модели правил. Тестирование бизнес-правил для достижения максимальной эффективности включает элементы традиционного программного тестирования. Этап поддержки правил включает их модификацию в ответ на меняющиеся требования и отзывы о результативности, что является ключевым аспектом их ценности и одним из основных преимуществ по сравнению с традиционным программным кодом.

Завершающий этап процесса – внедрение правил. Наличие необходимого набора правил в хранилище – это лишь часть решения; критически важно уметь быстро и точно интегрировать их в системы принятия решений, поскольку они редко остаются неизменными в течение длительного времени.

Практическую реализацию предложенного метода проведем на примере компьютерной компании ООО «Ритейл-Консалтинг», которая столкнулась с актуальной проблемой снижения объемов заказов и оттока клиентов. В условиях современных рыночных реалий, характеризующихся высокой насыщенностью предложений, борьба за привлечение и удержание клиентов становится главной задачей для всех участников рынка. Основой любого бизнеса являются коммуникации, и степень автоматизации этого процесса существенно влияет на общую эффективность функционирования предприятия, скорость его реагирования на запросы клиентов, а также качество предоставляемых услуг. В связи с этим одной из ключевых стратегий является удержание существующих клиентов.

Компания самостоятельно планирует свою производственно-хозяйственную деятельность, основываясь на договорах или иных формах обязательств, свободно выбирая предметы, порядок взаимодействия и определяя ответственность сторон в рамках принятых обязательств. Договор является основной формой, регламентирующей взаимодействие компании с юридическими лицами.

Введение гибкой системы скидок и специальных предложений на этапе формирования клиентских заявок позволяет компании не только увеличить объем продаж, но и выделить наиболее ценных и надежных клиентов, что, в свою очередь, способствует повышению общей эффективности работы отдела продаж и компании в целом.

На основании действующей корпоративной политики и инструкций отдела продаж, а также предварительно проведенного анализа бизнес-процесса управления заявками были сформулированы ключевые бизнес-правила, требующие реализации в определенной среде и интеграции в контур управления предприятием. Применение подхода, основанного на бизнес-правилах, в функционировании предприятия предлагается впервые на базе BRMS.

Стоит отметить явные преимущества сотрудничества с корпоративными клиентами. Во-первых, это значительные объемы закупок, обусловленные стабильностью заказов и возможностью получать дополнительную прибыль от сопутствующих услуг. В среднем объемы заказов от таких клиентов достигают 30 000 рублей. Во-вторых, уровень лояльности корпоративных клиентов значительно выше, чем у частных лиц, поскольку организации, как правило, не склонны часто менять поставщиков. Наличие у компании списка солидных органи-

заций в качестве клиентов формирует ее определенную репутацию на рынке. Таким образом, целесообразно сосредоточить внимание на корпоративном секторе и в первую очередь разработать бизнес-правила исключительно для юридических лиц.

В результате проведенного анализа основных источников бизнес-правил были выявлены ключевые регламенты, касающиеся работы с корпоративными клиентами, которые систематизированы в таблице.

Таблица – Бизнес-правила работы с корпоративными клиентами

Бизнес-правило	Формализованное правило	Источник, тип моделирования
Если объем заказа клиента больше 100 000 руб., то предоставить скидку в размере 10 %	IF order_value >100 000 THEN set discount 10 %	Корпоративная политика, динамическое
Если объем заказа клиента от 50 000 до 100 000 руб. и статус клиента «надежный», то предоставить скидку в размере 8 %	IF 50 000<order_value< 100 000 and status = «good» THEN set discount 8 %	Корпоративная политика, динамическое
Если объем заказа клиента от 50 000 до 100 000 руб. и статус клиента «нормальный», то предоставить скидку в размере 5 %	IF 50 000<order_value< 100 000 and status = «normal» THEN set discount 5 %	Корпоративная политика, динамическое
Если объем заказа клиента от 30 000 до 50 000 руб. и статус клиента «надежный», то предоставить скидку в размере 3 %	IF 30 000<order_value< 50 000 and status = «good» THEN set discount 3 %	Корпоративная политика, динамическое
Если объем заказа клиента менее 30 000 руб., то не предоставлять скидку	IF order_value<30 000 THEN set discount 0 %	Корпоративная политика, динамическое
Если срок работы с клиентом от трех лет, то назначить корпоративный балл, равный 10	IF srok >3 THEN score: =score+10	Корпоративная политика, статическое
Если срок работы с клиентом от двух лет, то назначить корпоративный балл, равный 7	IF srok >2 THEN score: =score+7	Корпоративная политика, статическое
Если срок работы с клиентом от года, то назначить корпоративный балл, равный 5	IF srok >1 THEN score: =score+5	Корпоративная политика, статическое
Если количество оплаченных сделок более 80 %, то назначить корпоративный балл, равный 8	IF oplata >80 THEN score: =score+8	Корпоративная политика, статическое
Если количество оплаченных сделок более 50 %, то назначить корпоративный балл, равный 5	IF oplata >50 THEN score: =score+5	Корпоративная политика, статическое
Если корпоративный рейтинг клиента больше 25, то назначить статус клиента «надежный»	IF score >25 THEN status: = «good»	Корпоративная политика, статическое
Если корпоративный рейтинг клиента от 15 до 25, то назначить статус клиента «нормальный»	IF 15score >25 THEN status: = «normal»	Корпоративная политика, статическое

Процесс ведения, редактирования и создания базы правил требует использования специального программного обеспечения. Далее, для эффективной реализации проекта необходимо выбрать BRMS-систему и ввести разработанные правила в выбранную среду. В соответствии с соглашением с поставщиком о предоставлении пробной версии программы, на сервере предприятия была развернута программная платформа Visual Rules Modeler 4.7 с использо-

ванием компонентов пакета Visual Rules Suite, на основе которого была построена модель. Visual Rules предоставляет возможности для интеграции с Java-приложениями, а также для развертывания правил в формате веб-сервиса, что обеспечивает их использование на любой платформе. Одним из значительных преимуществ является наличие функции визуальной отладки правил. Ключевым отличием Visual Rules является отказ от применения алгоритмов логического вывода при выполнении правил, что заменяется генерацией Java-кода, реализующего соответствующую бизнес-логику.

Модель бизнес-правил в Visual Rules Modeler визуализируется в виде дерева, которое можно обозначить как глобальный поток в рамках описания структуры этого дерева. Определенные ветви дерева, состоящие из наборов правил, будем называть вложенными потоками правил. Процесс разработки правил в системе VRM определяется термином «моделирование». Основные этапы создания модели бизнес-правил включают:

- инициацию проекта правил;
- моделирование выявленных и формализованных правил с использованием инструментов моделирования;
- интеграцию образца базы данных для проверки работы правил;
- проведение тестирования созданной модели.

Далее рассмотрим каждый из этих этапов. Для тестирования правил была разработана база данных, логическая структура которой показана на рисунке 3.

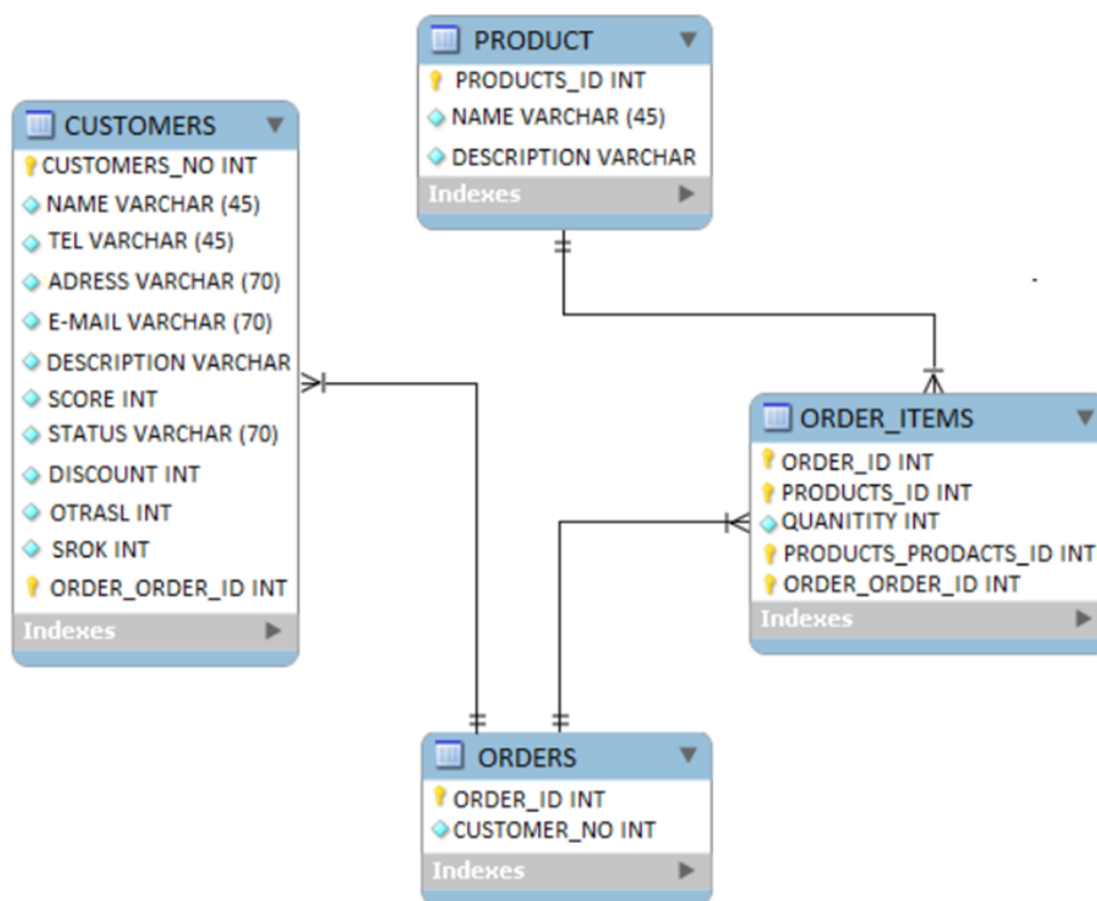


Рисунок 3 – Логическая структура базы данных

В структуре базы данных таблица «Клиенты» содержит данные о юридических лицах – клиентах компании, такие как название, описание, юридический адрес, контактный телефон и адрес электронной почты. Кроме того, включены вычисляемые поля для демонстрации результатов тестирования бизнес-правил, такие как балл, объем заказов и размер предоставляемой

скидки, зависящей от модели правил. Сведения о заказах клиентов хранятся в таблицах «Заказы» и «Заказы_позиции», а таблица «Продукты» отражает ассортимент продукции организации.

Бизнес-правила, реализованные в рамках данной системы, представлены на рисунке 4 в виде потоков правил, формирующих логику принятия решений. Поток правил «Статус клиента» демонстрирует набор правил, присваивающих клиенту баллы в зависимости от процента оплаченных сделок и продолжительности сотрудничества с компанией.

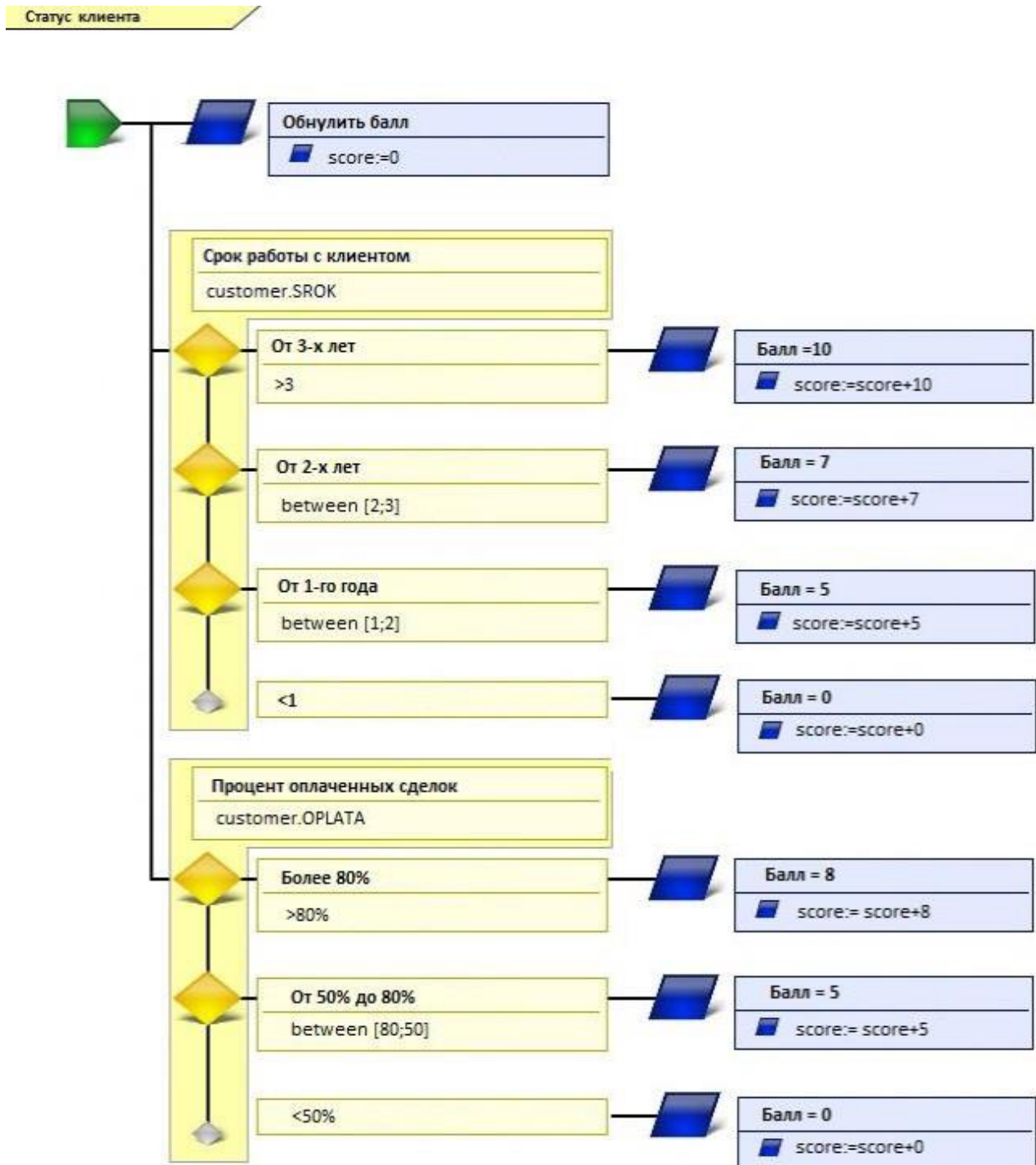


Рисунок 4 – Бизнес-правила назначения баллов клиенту

В свою очередь, поток правил «Надежность клиента», представленный на рисунке 5, иллюстрирует набор правил, присваивающих клиенту статус на основе количества баллов, полученных в предыдущем потоке.

Надежность клиента

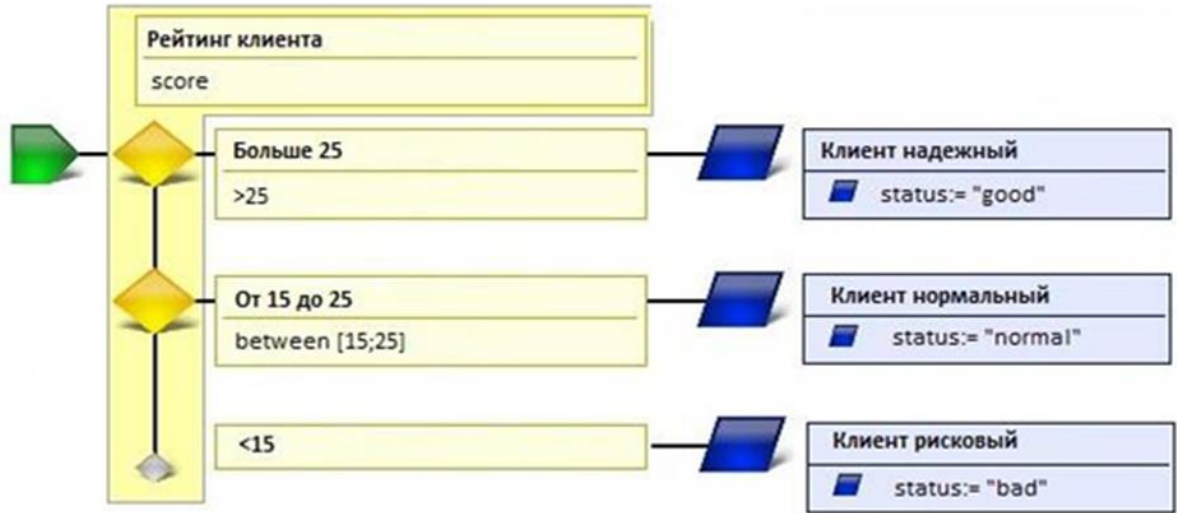


Рисунок 5 – Бизнес-правила назначения статуса клиенту

Формировать скидку в зависимости от объемов заказа и статуса клиента

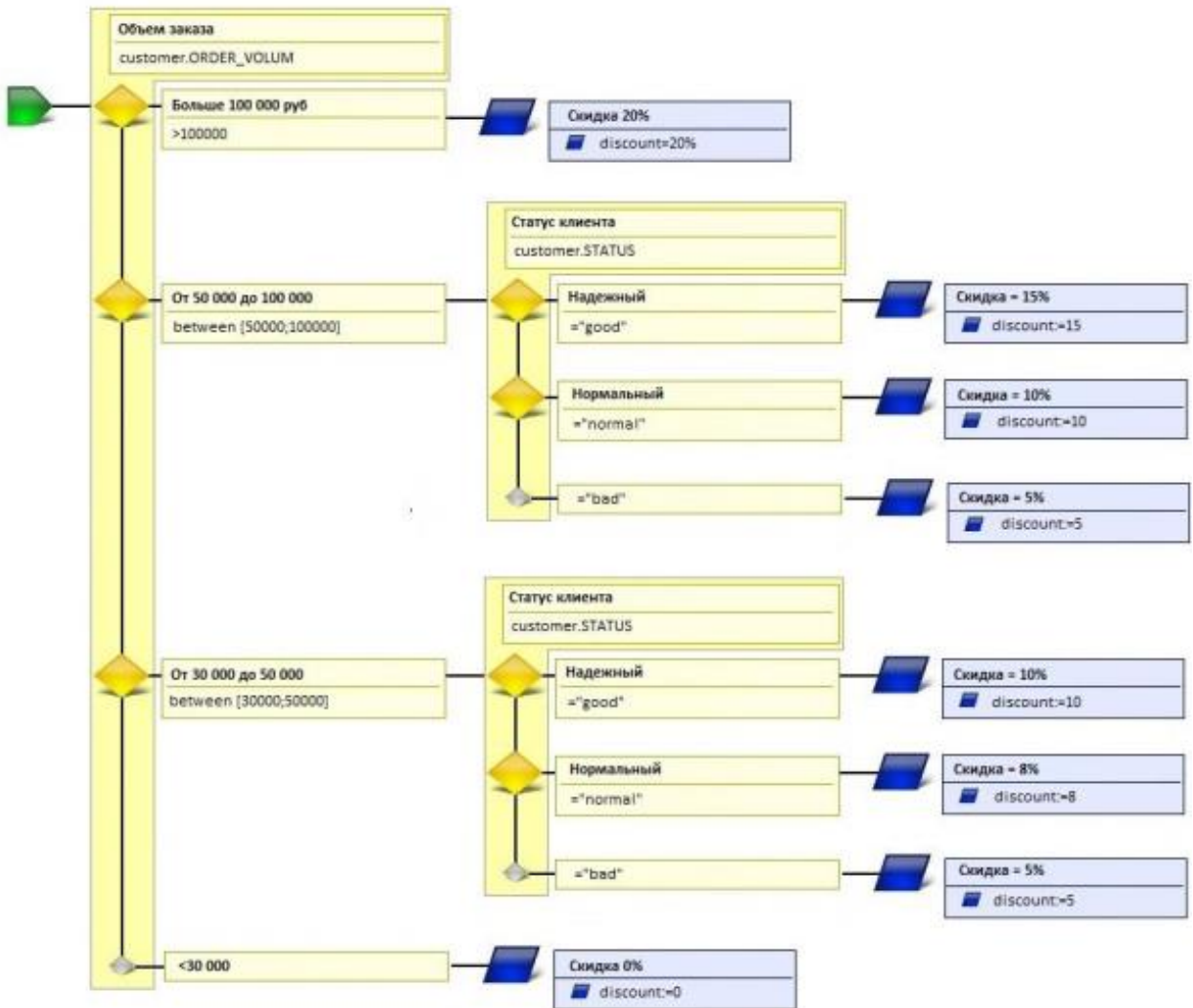


Рисунок 6 – Бизнес-правила назначения скидки клиенту

Эти статусы служат для классификации всех клиентов компании, позволяя подсчитывать целевые обращения и исключать ошибочные, что, в свою очередь, способствует точному расчету коэффициента конверсии. Более того, статусы облегчают выделение новых и существующих клиентов и играют важную роль в формировании системы скидок [12, 13].

Поток правил «Формирование скидки» иллюстрирует комплекс правил, определяющих размер скидки для клиента в зависимости от объема заказа и его статуса, как показано на рисунке 6. Бизнес-правила обеспечивают создание адаптивной системы скидок, параметры которой легко изменить. Скидочная кампания представляет собой непрерывный процесс в сфере продаж и является неотъемлемой частью маркетинговой стратегии. Как видно из представленных данных, в полях «балл», «статус», «объем заказа» и «скидка клиенту» были присвоены соответствующие значения в соответствии с разработанной моделью бизнес-правил и логикой, лежащей в основе принятия решений о предоставлении скидок для различных категорий клиентов.

Выводы

Таким образом, предложенная концепция модели бизнес-правил корпоративной структуры обеспечивает оперативную адаптацию деятельности предприятия к динамично меняющейся рыночной среде и высококонкурентному окружению посредством сегментации клиентской базы согласно критерию важности, уровня риска и эффективного применения адаптивной политики предоставления скидок. Данная мера способствует предотвращению оттока ключевых потребителей услуг и продуктов компании, стимулируя повышение общей доходности бизнеса. Следует отметить, что отдельно взятая модель, независимо от ее сложности и точности реализации, обладает ограниченной ценностью для конкретного хозяйствующего субъекта. Ее эффективность определяется способностью к интеграции в информационную инфраструктуру предприятия и активизацией процессов принятия управленческих решений. Этот аспект заслуживает отдельного внимания в процессе дальнейшего совершенствования корпоративных информационных систем.

Работа выполнена с использованием специализированной программной платформы Visual Rules Modeler версии 4.7, результатом которой стало проектирование набора регламентированных правил поддержки принятия стратегических решений в области логистической инфраструктуры организаций информационно-технологического сектора экономики. В ходе исследования проанализированы ключевые методологические подходы и алгоритмы практического применения механизмов бизнес-правил. Современная IT-индустрия предлагает широкий спектр инструментов автоматизации управления правилами ведения бизнеса, различающихся между собой рядом существенных характеристик. Несмотря на внешнюю разнородность предлагаемых решений, представляется возможным выявить ряд критически важных факторов успеха их успешного внедрения.

Наряду с этим, наблюдается устойчивый тренд расширения функциональных возможностей подходов, основанных на применении бизнес-правил, путем интеграции их с технологиями анализа событийных потоков и системами интеллектуального принятия решений. Рассмотренный подход является неотъемлемой частью современных методик оптимизации бизнес-процессов и демонстрирует перспективу интенсивного роста своего влияния на развитие инновационных технологий управления предприятием в ближайшей перспективе.

Список литературы

1. Свод знаний по управлению бизнес-процессами: BPM СВОК 3.0 / под редакцией : А. А. Белайчук, В. Г. Елиферов. – Москва : Альпина Паблишер, 2016. – 480 с. – ISBN 978-5-9614-5455-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/87935> (дата обращения: 25.06.2025).
2. Иванов, И. В. Инновационное развитие России: Возможности и перспективы / И. В. Иванов, В. В. Баранов. – Москва : Альпина Паблишер, 2016. – 352 с. – ISBN 978-5-9614-1759-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/95537> (дата обращения: 26.06.2025).

3. Свистунов, В. М. Актуальные тренды автоматизации бизнес-процессов в отечественных компаниях / В. М. Свистунов, В. В. Лобачев. – Текст : электронный // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2022. – Т. 11, № 2. – С. 72–76. – DOI 10.12737/2305-7807-2022-11-2-72-76. – EDN ХНСРОИ. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48635236> (дата обращения: 27.06.2025).
4. Бариленко, В. И. Аналитическое обоснование бизнес-правил и требований к решениям в условиях цифровизации экономики / В. И. Бариленко. – Текст : электронный // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2023. – № 2. – С. 182–186. – DOI 10.56584/1560-8816-2023-2-182-186. – EDN TRVZZO. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53964417> (дата обращения: 30.06.2025).
5. Молдаш, Г. Р. Обзор систем управления бизнес-правилами / Г. Р. Молдаш, С. С. Аубакиров. – Текст : электронный // Kazakhstan Science Journal. – 2019. – Т. 2, № 11(12). – С. 5–15. – EDN LYYPQ. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41386874> (дата обращения: 01.07.2025).
6. Савин, А. М. Методы и инструменты работы с бизнес-правилами / А. М. Савин. – Текст : электронный // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. – 2015. – № 5. – С. 215–220. – EDN ZIAYDJ. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30070652> (дата обращения: 02.07.2025).
7. Гадасина, Л. В. Изменение бизнес-правил управления данными в условиях цифровой трансформации компаний / Л. В. Гадасина, В. В. Иванова, Т. А. Лезина. – Текст : электронный // Управление бизнесом в цифровой экономике: вызовы и решения. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2019. – С. 189–206. – EDN SBGLWW. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41398146> (дата обращения: 03.07.2025).
8. Благих, И. А. Бизнес-правила компаний и обеспечение защиты информации в условиях цифровой экономики в России / И. А. Благих. – Текст : электронный // Вестник ТИСБИ. – 2018. – № 4. – С. 41–48. – EDN HXDXSF. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39323480> (дата обращения: 04.07.2025).
9. Шепелева, О. Ю. Использование бизнес-правил в целях повышения эффективности управления предприятием / О. Ю. Шепелева, Е. Д. Тришина, В. А. Марзоев. – Текст : электронный // Инновационные подходы в современной науке : сборник статей по материалам IV Международной научно-практической конференции, Москва, август, 2017 г. – Т. 4(4). – Москва : Интернаука, 2017. – С. 54–59. – EDN ZEDRBJ. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29892656> (дата обращения: 07.07.2025).
10. Вейнберг, Р. Р. Моделирование процессов выявления и формирования предпочтений потребителей телекоммуникационного предприятия : специальность 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Вейнберг Роман Рафаилович. – Москва, 2013. – 214 с. – EDN SURECD. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22330584> (дата обращения: 08.07.2025). – Текст : электронный.
11. Нурышов, Н. Инновационные бизнес-технологии и особенности оптимизации бизнес-процессов / Н. Нурышов. – Текст : электронный // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2023. – № 1–2(95). – С. 40–45. – DOI 10.24412/2411-0450-2023-1-2-40-45. – EDN RPEXCQ. – URL: <http://economyandbusiness.ru/wp-content/uploads/2023/02/Экономика-i-biznes-1-2.pdf> (дата обращения: 09.07.2025).
12. Курдюмов, А. В. Бизнес-аналитика / А. В. Курдюмов, А. А. Паюсов. – Екатеринбург : УрГЭУ, 2021. – 259 с. – ISBN 978-5-9656-0322-0.
13. Богословская, Н. В. Исполняемое моделирование бизнес-процессов / Н. В. Богословская, А. В. Бржезовский. – Текст : электронный // Развитие образования. – 2020. – № 1(7). – С. 29–34. – DOI 10.31483/r-74738. – EDN NGHJVY. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42609950> (дата обращения: 10.07.2025).

Н. В. Гуменюк, Р. А. Мавлиханов
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Разработка информационного обеспечения системы управления бизнес-правилами работы
с корпоративными клиентами

Современные рыночные условия требуют постоянного улучшения качества взаимодействия с клиентами. Традиционные методы маркетинга теряют эффективность, и возникает потребность в инновационных инструментах, позволяющих оптимизировать работу с корпоративными клиентами. Одной из таких мер является внедрение системы управления бизнес-правилами (BRMS).

Под бизнес-правилом понимается формализованная инструкция, отражающая стратегию и политику компании относительно конкретных ситуаций. Основными характеристиками бизнес-правил являются: управляемость определенной части коммерческих операций, возможность формализации и детальности описания, гибкость и способность к изменениям.

Процесс разработки BRMS состоит из нескольких этапов: определение целей и критериев отбора бизнес-правил, выбор подходящего инструмента (например, Visual Rules Modeler), моделирование правил и интеграция их в существующие информационные системы, тестирование и поддержка созданных правил.

В работе разработана система бизнес-правил для работы с корпоративными клиентами, которая позволила классифицировать клиентов на основе их активности и объема закупок. Основные этапы создания модели бизнес-правил включают: инициацию проекта правил, моделирование выявленных и формализованных правил с использованием инструментов моделирования, интеграцию образца базы данных для проверки работы правил, проведение тестирования созданной модели.

Предложенная концепция модели бизнес-правил корпоративной структуры обеспечивает оперативную адаптацию деятельности предприятия к динамично меняющейся рыночной среде и высококонкурентному окружению посредством сегментации клиентской базы согласно критерию важности, уровня риска и эффективного применения адаптивной политики предоставления скидок. Данная мера способствует предотвращению оттока ключевых потребителей услуг и продуктов компании, стимулируя повышение общей доходности бизнеса. Следует отметить, что отдельно взятая модель, независимо от ее сложности и точности реализации, обладает ограниченной ценностью для конкретного хозяйствующего субъекта. Ее эффективность определяется способностью к интеграции в информационную инфраструктуру предприятия и активизацией процессов принятия управленческих решений.

МОДЕЛЬ, АЛГОРИТМ, БИЗНЕС-ПРАВИЛО, BRMS-СИСТЕМА, ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, КОРПОРАТИВНЫЙ КЛИЕНТ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

N. V. Gumeniuk, R. A. Mavlikhanov
**Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka**
**Information Support Development of the Business Rules Management System
for Working with Corporate Clients**

Modern market conditions require constant improvement of the quality of interaction with clients. Traditional marketing methods are losing their effectiveness, and there is a need for innovative tools that allow to optimize work with corporate clients. One of such measures is the implementation of the business rules management system (BRMS).

A business rule is a formalized instruction that reflects the strategy and policy of a company regarding specific situations. The main characteristics of business rules are: manageability of a certain part of commercial operations, the possibility of formalization and detail of description, flexibility and ability to change.

The BRMS development process consists of several stages: defining the goals and criteria for selecting business rules, choosing a suitable tool (for example, Visual Rules Modeler), modeling the rules and integrating them into existing information systems, testing and supporting the created rules.

In this work, a system of business rules for working with corporate clients is developed, which made it possible to classify clients based on their activity and volume of purchases. The main stages of creating a business rule model include: initiating a rule project, modelling the identified and formalized rules using modeling tools, integrating a sample database to check the operation of the rules, and testing the created model.

The proposed concept of the business rule model for a corporate structure ensures prompt adaptation of the enterprise's activities to a dynamically changing market environment and a highly competitive environment by segmenting the client base according to the criterion of importance, risk level, and effective application of the adaptive discount policy. This measure helps prevent the outflow of key consumers of the company's services and products, stimulating an increase in the overall profitability of the business. It should be noted that a single model, regardless of its complexity and accuracy of implementation, has limited value for a specific business entity. Its effectiveness is determined by the ability to integrate into the information infrastructure of the enterprise and the activation of management decision-making processes.

MODEL, ALGORITHM, BUSINESS RULE, BRMS SYSTEM, INFORMATION SUPPORT, CORPORATE CLIENT, MANAGEMENT DECISION

Сведения об авторах:

Н. В. Гуменюк

SPIN-код РИНЦ: 8741-7440
ORCID ID: 0000-0002-8076-1955
Телефон: +7 949 412-79-08
Эл. почта: nataligumenuk@rambler.ru

Р. А. Мавлиханов

Телефон: +7 949 389-41-56
Эл. почта: ramazank11@mail.ru

Статья поступила 14.07.2025

© Н. В. Гуменюк, Р. А. Мавлиханов, 2025

*Рецензент: С. А. Легкий, канд. экон. наук, доц.,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

М. В. Жаболенко, канд. экон. наук

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Институт научно-технической информации», г. Донецк**

СИЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МАРКЕТИНГА В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Представлен контент-анализ научной литературы, источников по практической деятельности в сфере интеллектуальной собственности, в результате чего определена сущность маркетинга в сфере интеллектуальной собственности. Показано, что интеллектуальный маркетинг находится на стыке IP и классического маркетинга, носит интеграционный характер и включает: маркетинг соответствующих объектов интеллектуальной собственности с последующей коммерциализацией (креативный маркетинг) и необходимый инструментарий IP-маркетинга с использованием технологий искусственного интеллекта.

Определено, что интеллектуальный подход к маркетингу имеет ряд преимуществ перед традиционными методами, и необходимое условие – постоянное создание высококачественного контента.

***Ключевые слова:** маркетинг, интеллектуальная собственность, потенциал, цифровизация, технологии, интеграция, искусственный интеллект*

Введение

Сегодня можно с уверенностью утверждать, что цифровизация достигла всех сфер жизни, и маркетинг уверенно отвечает на вызовы и использует возможности нового времени. Маркетинг как наука об удовлетворении потребностей клиента претерпевает захватывающие трансформации и стирает границы между классическими и цифровыми методами, между сферами продаж и информационных технологий. При этом, наука о данных играет ключевую роль в этом процессе и преобразует каждый элемент маркетинговых усилий в персонализированные, измеримые и действенные инструменты. В этой связи особое значение приобретает изучение потенциала интеллектуального маркетинга.

Цель работы – определить сущность и возможности маркетинга в сфере интеллектуальной собственности в условиях цифровизации экономики XXI века.

Анализ последних исследований и публикаций

За последние несколько лет маркетинг стал особенно динамичной и быстро развивающейся бизнес-деятельностью. Вопросы эволюции и использования маркетингового инструментария в условиях цифровой революции изучали многие зарубежные и отечественные ученые.

Решению данной научно-практической проблемы посвящены исследования Ю. В. Никитенко, К. А. Болдырева (процессы трансформации маркетинга от традиционного к цифровому) [1], К. С. Хачатурян (применение искусственного интеллекта в маркетинговой деятельности) [2], М. Р. Закарян, В. Д. Зиятдинова, Р. И. Колесниченко (возможности и границы применения использования цифровых технологий в организации маркетинговой деятельности) [3].

Несмотря на достигнутый прогресс, дальнейшие исследования остаются актуальными для адаптации современных интегрированных технологий маркетинга применительно к сфере интеллектуальной собственности.

Изложение основного материала исследования

С появлением новых электронных устройств, социальных платформ, приложений и других цифровых инструментов, принципы маркетинга и подходы к созданию новых продуктов остались неизменными. Маркетинг – это по-прежнему привлечение целевой аудитории, информирование, мотивация и удержание клиентов.

При этом, маркетинг, основанный на интеллектуальной собственности, играет ключевую роль в стимулировании роста бизнеса. Он включает в себя широкий спектр стратегий и методов, которые позволяют использовать интеллектуальную собственность для создания конкурентного преимущества. Используя возможности интеллектуальной собственности, компании могут защищать свои инновации, товарные знаки и авторские права, а также извлекать выгоду из их ценности.

Для более глубокого понимания как в части терминологии, так и сущностного содержания рассмотрим особенности и виды маркетинга, имеющие место в сфере интеллектуальной собственности (ИС) (таблица).

Таблица – Сущность маркетинга в сфере ИС

Термин	Автор	Определение
1	2	3
Маркетинг ИС	Беляев Ю. М.	– Правовые вопросы регистрации, охраны и защиты объектов интеллектуальной собственности как в стране, так и за рубежом. – Введение ИС в хозяйственный оборот: поиск потребителей (инвесторов), организация рекламной кампании, выставок, заключение лицензионных договоров, ценообразование (расчет цены лицензии, товара и т. п.), оформление ИС в качестве нематериальных активов (в организации, в банке и т. д.), организация и ведение франчайзинга и т. д. – Деятельность на рынке при сбыте ИС виде инновации – товара: рекламная кампания товара, заключение договоров с потребителями товара, организация сбыта, организация послепродажного обслуживания, работа с конкурентами, защита от товаров – заменителей и т. д.
Маркетинг ИС (с позиций предприятия)	Мухопад В. И.	Система организации и управления хозяйственной деятельностью на основе комплексного изучения рынка и реальных потребностей покупателей, максимально ориентированная на разработку, правовую защиту и использование собственных объектов интеллектуальной собственности (ОИС), также на приобретение у других правообладателей для удовлетворения потребностей и запросов потребителей через рыночную конкуренцию
Маркетинг ОИС	Сосунова Л. А.	Философия бизнеса, которая предлагает свою систему мышления и заключается в ориентации предприятия на базовые основы маркетинга и достижение конкурентных преимуществ при использовании результатов интеллектуальной деятельности (РИД), обладающих технической и потребительской новизной
	Черемисина Л.	Процесс продвижения РИД и средств индивидуализации (брендов, слоганов, логотипов, изобретений, дизайнов и др.) на рынке
Стратегический маркетинг ОИС	Пухальская А. П.	Комплексная деятельность предприятия по разработке стратегии маркетинга ОИС с учетом особенностей маркетингового окружения, тенденций развития науки и техники, результатов патентных исследований
Маркетинг с ИИ	Huang M. H.	Стратегия использования искусственного интеллекта (ИИ) для проведения маркетинговых мероприятий, способствующих более эффективному достижению целей бизнеса, предполагающая использование технологий для сбора и анализа данных с целью получения необходимых сведений и прогнозирования, а также принятия автоматизированных решений о маркетинговых инициативах и ходе их реализации

Продолжение таблицы

1	2	3
Цифровой (digital-маркетинг)	Закарян М. Р.	Продвижение результатов интеллектуальной деятельности на рынке, монетизация прав на ОИС и упрощение процессов управления. Предполагает использование цифровых технологий в организации маркетинговой деятельности, включая онлайн-каналы, аналитику данных и автоматизацию операций
IP-маркетинг (медиа)	Чжан Х. и Луо С.	Стратегическое использование активов ИС для создания и распространения уникального ценностного предложения для бренда. Разработка персонализированных маркетинговых кампаний с использованием данных IP о предпочтениях, поведении и местоположении клиентов
		Создание IP-контента на различных медиа-платформах и каналах, привлечение трафика за счет обогащения и использования ценности их контента, а также установление эмоциональных связей с потребителями для продвижения
Креативный маркетинг	Шубаева В. Г.	Инструмент организации планирования и реализации творческих управленческих решений, обеспечивающих достижение стратегических и тактических целей и формирование как конкурентных преимуществ в целом, так и конкурентоспособности товаров и услуг в частности

Анализ научно-практической литературы, результатов практической деятельности, позволил нам установить некую эволюционно-логическую последовательность и взаимосвязь относительно понимания сущности маркетинга в данном направлении.

Категория маркетинга интеллектуальной собственности является достаточно новой для научной мысли, поскольку ее специфичность заключается в применении и адаптации существующих традиционных методов и подходов маркетинга к продукту интеллектуальной деятельности. Так, профессор Ю. М. Беляев в первую очередь обращает внимание на необходимость решения правовых вопросов регистрации и защиты ОИС, а затем уже непосредственное введение ИС в хозяйственную деятельность и дальнейшую организацию сбыта (также с применением методов защиты от конкурентов) [4].

Эксперт в области экономики и управления интеллектуальной собственностью В. И. Мухопад, в своем издании «Экономика и коммерциализация интеллектуальной собственности» определяет маркетинг ИС с позиции предприятия как «систему организации и управления хозяйственной деятельностью на основе комплексного изучения рынка и реальных потребностей покупателей» [5], что вполне отражает классическое понимание маркетинговой деятельности, но при этом также подчеркивает элемент правовой защиты ОИС.

Вполне логичным является утверждение А. П. Пухальской, что «маркетинг и коммерциализация ОИС тесно между собой связаны: «удачные мероприятия маркетинга несут за собой выбор и реализацию эффективной формы коммерциализации» [6].

В данном случае речь идет о «креативном маркетинге» как инструменте коммерциализации ОИС, использование которого накладывает своеобразный отпечаток на реализуемый продукт, к характеристикам которого можем отнести: новизну товара; нестандартность товара; целесообразность в использовании; развитие.

В ходе нашего исследования мы пришли к выводу, что маркетинг ОИС является практическим. Подтверждением тому есть тезис Л. А. Сосуновой о том, что «маркетинг ОИС это философия бизнеса» [7], а также мнение практикующего эксперта-маркетолога Любви Черемисиной, считающей маркетинг ОИС «процессом продвижения РИД и средств индивидуализации (брендов, слоганов, логотипов, изобретений, дизайнов и др.), где главная цель – защита уникальности бренда» [8]. А принимая более высокий уровень, маркетинг ОИС может считаться стратегическим в виде «комплексной деятельности по разработке стратегии

маркетинга объектов ИС с учетом особенностей маркетингового окружения, тенденций развития науки и техники, а также результатов патентных исследований» [6].

Неоспоримым фактом экономики XXI в. является применение искусственного интеллекта во всех сферах деятельности, а также технологий цифрового (digital) маркетинга.

В первом случае маркетинг с ИИ – это «стратегия использования ИИ для проведения маркетинговых мероприятий, способствующих более эффективному достижению целей бизнеса» [9]. Что же касается цифровизации маркетинговой деятельности в сфере ИС (digital-маркетинг), то здесь речь идет о выборе средств продвижения РИД, монетизации прав на ОИС и непосредственное упрощение процедуры управления с использованием «цифры».

Завершает наш аналитический обзор понятие «IP-маркетинг», который также может работать как маркетинговый инструмент двояко:

- с практической стороны, как инструмент создания IP-контента на различных медиа-платформах и каналах;
- в стратегической перспективе – как инструмент использования активов интеллектуальной собственности (IP) для создания и распространения уникального ценностного предложения [10].

При этом, активы IP представляют собой нематериальные активы, которые создаются благодаря человеческому интеллекту, творчеству и инновациям, а именно:

- *патенты, товарные знаки, авторские права, коммерческие тайны и другие запатентованные знания*, которыми владеет компания или частное лицо и которые они могут использовать для получения конкурентного преимущества на рынке.
- *программный код, исследования и разработки, брендинг, списки клиентов и другие формы нематериальной собственности*, которые вносят вклад в общую стоимость компании и ее конкурентные позиции [3].

Однако появляются и новые вызовы, такие как разнообразие цифровых каналов и сложность взаимодействия с потребителями в быстроменяющейся медиа-среде. Вопрос об использовании ИИ для решения этих проблем уже не стоит. Жизненным становится вопрос выбора подходящих технологий ИИ, чтобы оставаться конкурентоспособными.

В целом, проведенный контент-анализ, позволил установить, что следует различать следующие понятия: маркетинг ИС, маркетинг ОИС, IP-маркетинг и интеллектуальный маркетинг, где последний является интегрирующим, но с обязательным учетом специфики объекта(-ов) ИС.

Таким образом, можно утверждать, что маркетинг в сфере ИС находится на стыке IP и классического маркетинга и может рассматриваться как «интеллектуальный», носит интеграционный характер и включает: маркетинг соответствующих ОИС с последующей коммерциализацией (креативный маркетинг [11]) + необходимый инструментарий IP-маркетинга с использованием технологий ИИ (рисунок).



Рисунок – Маркетинг в сфере ИС: интегрированный подход

Интеллектуальный подход к маркетингу, в свою очередь, имеет ряд преимуществ перед традиционными методами, а именно: персонализацию, эффективность, прогнозирование,

автоматизацию и стимулирование инноваций. Используя стратегический потенциал интеллектуального маркетинга, компании могут открыть для себя новые возможности для роста, защитить свои нематериальные активы и занять прочные позиции на рынке ИС.

Важно отметить, что необходимым условием для интеллектуального маркетинга является постоянное создание высококачественного контента, где в первую очередь следует учитывать такие потребительские факторы:

- побуждение клиентов к потреблению (ноомаркетинг);
- формирование отличительных и привлекательных черт ИС (уникальность);
- установление доверительных отношений (клиентцентричность).

В этом контексте интеллектуальный маркетинг выступает как система прямых и обратных связей с рынком, обеспечивая синхронизацию научно-производственной деятельности с рыночными реалиями и минимизируя неопределенность и вызовы, а важной частью маркетинговой стратегии – правовая защита интеллектуальных активов, включая регистрацию товарных знаков, патентов и авторских прав.

Выводы

Таким образом, используя стратегии интеллектуального маркетинга, компании могут открыть для себя множество возможностей в эпоху цифровых технологий. Это позволяет им защищать свою интеллектуальную собственность, повышать ценность бренда, стимулировать инновации и создавать стратегические альянсы. Благодаря комплексному подходу интеллектуального маркетинга компании могут стимулировать рост, адаптироваться к меняющемуся цифровому ландшафту и оставаться лидерами в конкурентной среде.

Список литературы

1. Никитенко, Ю. В. Эволюция маркетинга: от традиционного к цифровому / Ю. В. Никитенко, К. А. Болдырева. – Текст : электронный // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – № 2-2(72). – С. 13–16. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-marketinga-ot-traditsionnogo-k-tsifrovomu/viewer> (дата обращения: 20.10.2025).
2. Хачатурян, К. С. Искусственный интеллект в маркетинге как новая концепция и бизнес-возможность для повышения эффективности компаний / К. С. Хачатурян, С. В. Пономарева, Н. В. Корюшов. – Текст : электронный // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – URL: <https://esj.today/PDF/55ECVN323.pdf> (дата обращения: 21.10.2025).
3. Закарян, М. Р. Цифровая трансформация управления брендами в системе интеллектуальных активов предприятия / М. Р. Закарян, В. Д. Зиятдинова, Р. И. Колесниченко. – Текст : электронный // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2023. – № 3(66). – С. 85–89. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-upravleniya-brendami-v-sisteme-intellektualnyh-aktivov-predpriyatiya> (дата обращения 22.10.2025).
4. Беляев, Ю. М. К вопросу об организации маркетинга интеллектуальной собственности в России / Ю. М. Беляев. – Текст : электронный // Инновации. – 2007. – № 9(107). – С. 76–81. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-organizatsii-marketinga-intellektualnoy-sobstvennosti-v-rossii/viewer> (дата обращения: 23.10.2025).
5. Мухопад, В. И. Экономика и коммерциализация интеллектуальной собственности : учебник / В. И. Мухопад. – Москва : Магистр ; ИНФРА-М, 2016. – 512 с. – ISBN 978-5-16-011766-9.
6. Пухальская, А. П. Особенности маркетинга интеллектуальной собственности / А. П. Пухальская. – Текст : электронный // Основы экономики, управления и права. – 2014. – № 2(14). – С. 69–73. – <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-marketinga-intellektualnoy-sobstvennosti/viewer> (дата обращения: 24.10.2025).
7. Сосунова, Л. А. Креативный маркетинг как инструмент коммерциализации объектов интеллектуальной собственности / Л. А. Сосунова, А. П. Плотников, Д. В. Чернова [и др.]. – Текст : электронный // Экономические науки. – 2017. – № 8(153). – С. 17–21. – URL: https://ecsn.ru/wp-content/uploads/201708_17.pdf (дата обращения: 27.10.2025).
8. Черемисина, Л. Маркетинг с Ai: про тренды в digital и новости Ai : [подкаст о новостях искусственного интеллекта, автоматизации и цифрового маркетинга] / Л. Черемисина. – Текст : электронный. – URL: <https://cheremisina.ru/> (дата обращения: 28.10.2025).
9. Huang, M.-H. A strategic framework for artificial intelligence in marketing / M.-H. Huang, R. T. Rust. – Текст : электронный // Journal of the Academy of Marketing Science. – 2021. – № 49. – P. 30–50. – DOI <https://doi.org/10.1007/s11747-020-00749-9>. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-020-00749-9#citeas> (дата обращения: 29.10.2025).

10. Zhang H. Exploring how IP marketing (media marketing) influences consumer shopping psychology through quantitative and empirical analysis / H. Zhang, L. Xiaohuan. – Текст : электронный // *Frontiers : Frontiers in Psychology*. – 2024. – 15 Januar. – URL: https://www.researchgate.net/publication/377806315_Exploring_how_IP_marketing_media_marketing_influences_consumer_shopping_psychology_through_quantitative_and_empirical_analysis (дата обращения: 30.10.2025).

11. Шубаева, В. Г. Креативный маркетинг как важный инструмент инновационного развития экономики / В. Г. Шубаева. – Текст : электронный // *Проблемы современной экономики*. – 2012. – № 4(44). – С. 225–227. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kreativnyy-marketing-kak-vazhnyy-instrument-innovatsionnogo-razvitiya-ekonomiki/viewer> (дата обращения: 31.10.2025).

М. В. Жаболенко

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Институт научно-технической информации», г. Донецк*

Сила интеллектуального маркетинга в эпоху цифровых технологий

В статье представлен контент-анализ научной литературы – источников по практической деятельности в сфере интеллектуальной собственности, в результате чего определена сущность маркетинга в сфере интеллектуальной собственности.

Установлено, что интеллектуальный маркетинг находится на стыке IP и классического маркетинга, носит интеграционный характер и включает: маркетинг соответствующих объектов интеллектуальной собственности с последующей коммерциализацией (креативный маркетинг) и необходимый инструментарий IP-маркетинга с использованием технологий искусственного интеллекта.

Показано, что интеллектуальный маркетинг – это будущее маркетинга. Предполагает использование глубоких знаний о рынке, клиентах, конкурентах для разработки эффективных маркетинговых стратегий.

Полученные выводы позволили определить, что интеллектуальный подход к маркетингу имеет ряд преимуществ перед традиционными методами, и необходимое условие – постоянное создание высококачественного контента.

МАРКЕТИНГ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ, ПОТЕНЦИАЛ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИИ, ИНТЕГРАЦИЯ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

M. V. Zhabolenko

Federal State Budget Scientific Institution

"Institute of Scientific and Technical Information", Donetsk

The Power of Intelligent Marketing in the Digital Age

This article presents a content analysis of scientific literature and sources on practical activities in the field of intellectual property, as a result of which the essence of marketing in this field is determined.

It is established that intellectual marketing is at the junction of IP and classical marketing, it is integrative in nature and includes marketing of relevant IPOs with subsequent commercialization (creative marketing) and the necessary IP marketing tools using artificial intelligence technologies.

It is shown that intelligent marketing is the future of marketing, involving the use of deep knowledge about the market, customers, and competitors to develop effective marketing strategies.

The findings allowed us to determine that an intelligent approach to marketing has a number of advantages over traditional methods, and a prerequisite is the constant creation of the high-quality content.

MARKETING, INTELLECTUAL PROPERTY, POTENTIAL, DIGITALIZATION, TECHNOLOGY, INTEGRATION, ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Сведения об авторе:

М. В. Жаболенко

SPIN-код РИНЦ: 7004-1982

Телефон: +7 949 404-32-11

Эл. почта: marivladi72@mail.ru

Статья поступила 03.11.2025

© М. В. Жаболенко, 2025

*Рецензент: С. А. Легкий, канд. экон. наук, доц.,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

Н. Э. Пешкова

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

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ
В ЗАДАЧЕ ГЕЙМИФИКАЦИИ HR-ПРОЦЕССОВ
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

В условиях современного развития промышленности внедрение цифровых технологий становится ключевым фактором повышения эффективности HR-процессов. Особенно актуальны методы геймификации, способствующие мотивации сотрудников, улучшению корпоративной культуры и оптимизации процессов подбора, обучения и оценки персонала. В данной работе предлагается математическая модель распределения ресурсов в задаче геймификации HR-процессов на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: математическая модель, геймификация, цифровая технология, HR-процесс

Введение

Современный рынок труда требует от предприятий внедрения инновационных решений для привлечения, мотивации и удержания сотрудников. В условиях быстрого технологического развития цифровые инструменты находят все более широкое применение в управлении человеческими ресурсами. Особое место занимает геймификация – использование игровых методов и механизмов для повышения вовлеченности и эффективности персонала. На промышленных предприятиях, где важны высокая производительность и качество, внедрение цифровых технологий геймификации становится стратегическим направлением развития HR-систем. Статья посвящена разработке математической модели внедрения цифровых технологий геймификации в HR-процессы на промышленных предприятиях.

Анализ исследований и публикаций

Научные и практические исследования показывают, что геймификация способствует повышению мотивации сотрудников, улучшает обучаемость и способствует развитию корпоративной культуры. В своих работах Дж. Барни, М. Л. Джордж, В. Елиферов, М. Имаи, Х. Итами, К. Камерон, Р. М. Кантер, Р. С. Каплан, Э. Кемпбелл, С. Кермалли, Дж. Льюис, Э. Ульвик, М. Хаммер, Ч. Харви, Г. Хэмел, Дж. Чампи отмечают, что игровые элементы помогают снизить стресс на рабочих местах и повысить лояльность персонала. Такие авторы, как Э. В. Бойко, А. А. Гладкий, И. Б. Дуракова, А. В. Катернюк, Д. Н. Рязанцев, А. Н. Салов, М. А. Снурницына, М. С. Терских, Е. И. Томиловская, В. О. Филатова, М. С. Фицурина, М. Б. Щепакин, В. П. Чемяков в своих исследованиях подчеркивают, что цифровые платформы позволяют автоматизировать HR-процессы, интегрировать обучение и оценку эффективности. В сфере промышленных предприятий авторами особое внимание уделяется внедрению геймифицированных платформ для обучения производственным технологиям и стандартам безопасности. Анализ публикаций показывает, что применение геймификации в HR-процессах способствует достижению стратегических целей предприятий, повышая производительность и конкурентоспособность.

Цель статьи – разработка математической модели внедрения цифровых технологий геймификации в HR-процессы на промышленных предприятиях, а также определение влияния этих технологий на эффективность работы персонала.

Основные результаты исследования

Успешное внедрение цифровых технологий геймификации в систему управления персоналом требует системного подхода, включающего последовательное выполнение нескольких ключевых этапов.

Приведем основные этапы реализации модели:

- анализ текущего состояния и постановка целей;
- разработка стратегии и проектирование геймификационной модели;
- выбор платформ и инструментов;
- разработка и тестирование системы;
- обучение и мотивация участников;
- мониторинг, оценка и оптимизация;
- масштабирование и постоянное развитие [1, 2].

Механизмами для данных этапов являются: новые HR разработки, требования к HR департаментам, особенности человеческих ресурсов и современные мультимедийные технологии. Данный последовательный подход (рисунок 1) обеспечивает системное и эффективное внедрение цифровых технологий геймификации, способствуя повышению мотивации, вовлеченности и профессиональному развитию персонала.

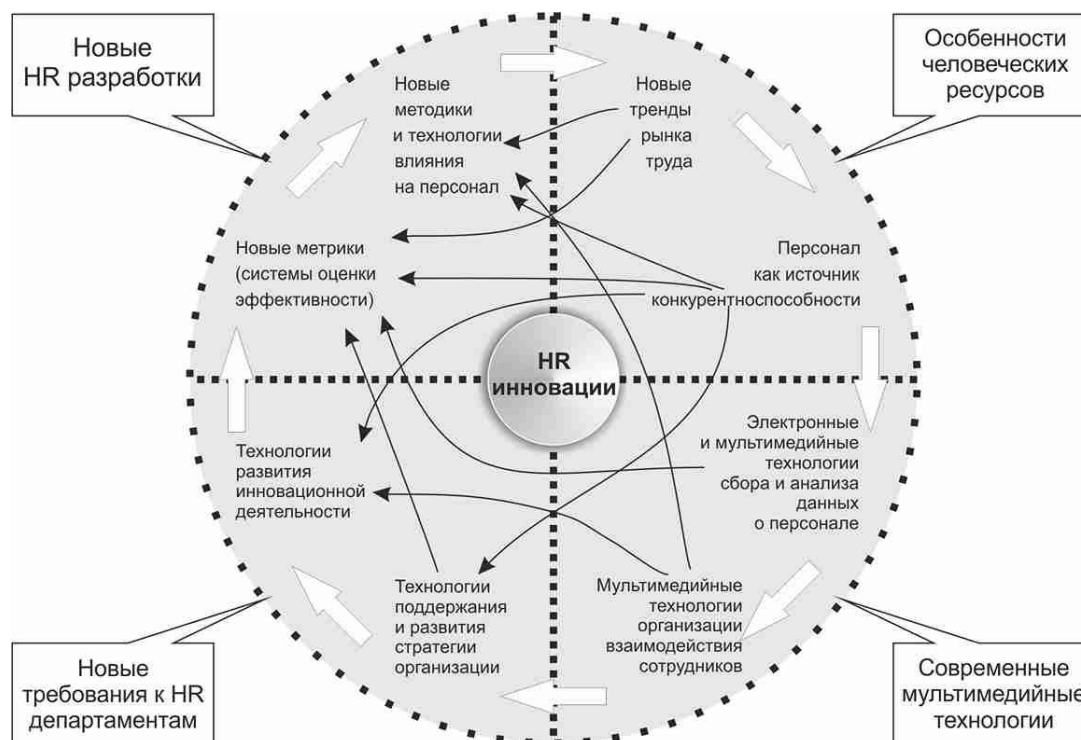


Рисунок 1 – Модель последовательного подхода внедрения цифровых технологий [2]

В обучении и развитии персонала популярно применение деловых игр. Деловая игра является одним из методов активизации творческой активности обучающего персонала, формированию ими собственной профессиональной «Я-концепции», реализации профессионально-игровых задач в любом производственном процессе [3, 4].

Бизнес-симуляция является одним из автоматизированных видов деловых игр, который можно применить на рабочем месте персонала. Создавая автоматизированную бизнес-симуляцию, нужно узнать потребности руководителя того или иного отдела, изучить принципы и работу не только всего предприятия, но и каждого отдела и связи между ними.

Одним из ярких примеров является бизнес-симуляция «Камелот» для расчета анализа рынка по вопросу ввода нового продукта или услуги. В данной бизнес-симуляции, в условиях ограниченного времени и информации, участники должны изучить текущую рыночную

ситуацию, провести анализ рисков и обсудить результаты анализа в команде. На отечественных предприятиях примером может служить деловая игра «Тяжелая Нефть Нигера», разработанная коллективом Томского политехнического университета. Участники игры на приближенных к реальности примерах учатся разрешать сложные проектные ситуации, закрепляют теоретические основы управления проектами, учатся выделять, анализировать и реагировать на различные риски, возникающие в ходе реализации проектов обустройства нефтегазовых месторождений [5–7].

HR-процессы – это не только обучение, но и правильное распределение сотрудников по рабочим местам. Процесс распределения персонала возможно представить, используя математическую модель. Это позволит упростить условное представление процесса руководства кадрами предприятия и облегчит разработку программного продукта. Вид модели и степень ее детализации определяется свойствами моделируемого объекта и целью, для которой выполняется моделирование. Поэтому процесс разработки модели состоит в пошаговом анализе и моделировании отдельных ее подсистем с последующим установлением связей между этими подсистемами.

Процесс построения математической модели управления человеческими ресурсами представлен на рисунке 2.

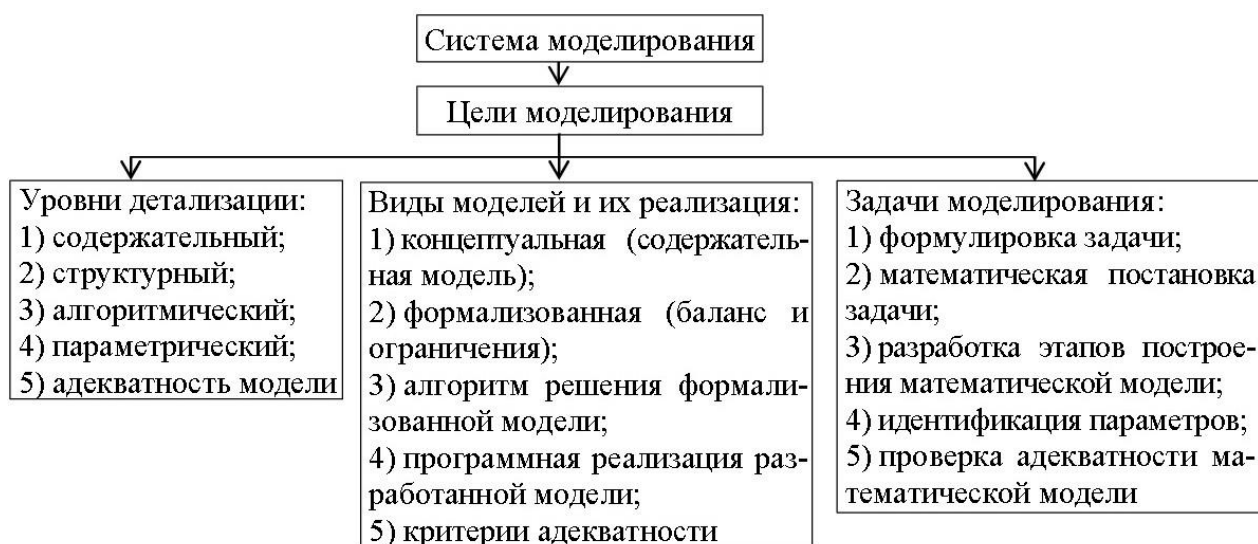


Рисунок 2 – Процесс создания математической модели

В начале построения модели происходит определение рассматриваемого объекта моделирования в качестве системы – выделяются основные признаки, которые характеризуют систему и ее элементы, а также отношения, на которых происходит реализация этих признаков. Далее определяется цель моделирования системы. После чего производится разработка математической модели, имеющей несколько уровней детализации. На содержательном этапе построения модели создается концептуальная или содержательная модель – изучается исходная система и происходит ее содержательное описание. Такое описание называют концептуальной моделью, представляющей собой словесную формулировку математической задачи. На структурном или топологическом этапе определяются балансы и ограничения проектируемой системы, происходит математическая постановка задачи. Третий этап называется алгоритмическим или функциональным. На этом этапе строится алгоритм решения описанной модели. Программная реализация созданного алгоритма происходит на четвертом уровне детализации – параметрическом, где определяются параметры модели. На последнем этапе происходит проверка адекватности модели объекту моделирования.

Рассмотрим применение данного алгоритма для решения задачи о назначении сотрудника на выполнение определенной задачи, с которой он должен справиться максимально

быстро и эффективно. Для этого сформулируем задачу оптимизации в форме математической модели линейного программирования.

Постановка задачи: перед руководителем стоит i видов задач, которые могут быть выполнены j сотрудниками, где i, j – натуральные целые числа. При этом каждый сотрудник может выполнить только одну задачу, а каждая задача может быть выполнена только одним сотрудником. Выполнения каждым сотрудником всех рассматриваемых задач рассчитывается по формуле:

$$C_{ij} (\forall i, j \in 1, 2 \dots n), \quad (1)$$

где C_{ij} – сотрудник, выполняющий задачу.

Требуется так распределить сотрудников на все задачи, чтобы общая эффективность выполнения была наилучшей [8–10]. Математическая постановка задачи выглядит следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \rightarrow \max_{x \in \Delta\beta}, \quad (2)$$

где C_{ij} – сотрудник выполняющий задачу;

x_{ij} – назначение сотрудников на выполнение поставленных задач ($x_{ij} = 1$ будет означать, что сотрудник назначен на выполнение задачи, иначе $x_{ij} = 0$);

$\Delta\beta$ – множество допустимых вариантов, которое задано следующей системой ограничений:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \forall i \in 1, 2 \dots n, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \forall j \in 1, 2 \dots n, \quad (4)$$

$$x_{ij} \in 0, 1 \forall i, j \in 1, 2 \dots n, \quad (5)$$

где x_{ij} – назначение сотрудников на выполнение поставленных задач.

Ограничение (3) соответствует требованию о выполнении каждым сотрудником только одной задачи, а ограничение (4) – о выполнении каждой задачи только одним сотрудником. Тогда общее число булевых переменных задачи равняется n^2 . Задачу о назначении несимметрической формы можно представить в виде формулы:

$$\sum_{i,j=1}^k a_k x_{ij} \rightarrow \max_{x \in \Delta\beta}, \quad (6)$$

где a_k – множество коэффициентов эффективности при выполнении задачи сотрудником;

x_{ij} – назначение сотрудников на выполнение поставленных задач;

$\Delta\beta$ – множество допустимых вариантов.

Множество допустимых вариантов $\Delta\beta$ задано следующей системой ограничений:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + \dots x_{1j} &= 1, \\ x_{21} + x_{22} + \dots x_{2j} &= 1, \\ \dots &, \\ x_{i1} + x_{i2} + \dots x_{ij} &= 1, \\ x_{ij} &\in 0, 1; \forall i, j \in 1, 2 \dots n \end{aligned} \quad (7)$$

где x_{11} – назначение первого сотрудника на первую задачу;

x_{12} – назначение первого сотрудника на вторую задачу;

x_{1j} – назначение первого сотрудника на j задачу;

x_{21} – назначение второго сотрудника на первую задачу;

x_{22} – назначение второго сотрудника на вторую задачу;

x_{2j} – назначение второго сотрудника на j задачу;

x_{i1} – назначение i сотрудника на первую задачу;

x_{i2} – назначение i сотрудника на вторую задачу;

x_{ij} – назначение i сотрудника на j задачу.

Зададим в виде множества $V = (v_1, v_2, \dots, v_d)$ параметры, характеризующие степень важности рассматриваемых критериев. Степень важности определяет, насколько важно учитывать каждый параметр при решении поставленной задачи.

Составим функцию (8), которая рассчитывает коэффициент наибольшего соответствия поставленной задачи для каждого отдельно взятого сотрудника с учетом всех критериев:

$$a = \sum_{i=0}^d s_i \cdot v_i, \quad (8)$$

где a – коэффициент соответствия;

s_i – значение критерия;

v_i – вес критерия;

d – количество критериев.

Так как для каждого критерия задается отдельное значение диапазонов минимума и максимума, которые разнятся между собой, то вычисление коэффициента соответствия лучше проводить с учетом нормализации. Тогда функция (8) видоизменяется в следующую функцию:

$$a = \sum_{i=0}^d \frac{s_i - \min_{1 < i < d^{s_i}}}{\max_{1 < i < d^{s_i}} - \min_{1 < i < d^{s_i}}} \cdot v_i. \quad (9)$$

Полученные данные будут определять вес сотрудника при назначении его на выполнение определенного круга задач. Задачу оптимизации распределения человеческих ресурсов на выполнение работ можно решить с помощью программы MS Excel. Определим сложность решения задачи о назначении, применив описанный алгоритм в среде табличного редактора.

Для нахождения целевой функции необходимо рассчитать показатели эффективности, которые будут использоваться в задаче о назначении. Для расчетов будет использоваться информация, представленная в виде базы данных (таблица 1).

Таблица 1 – Персональный состав предприятия

№ п/п	ФИО работника	Общий стаж, лет	Стаж работы по специальности, лет	Образование	Наставничество, лет	Выполнение плана, %	Разработка АРМ	Применение методов геймификации
1	Иванов Иван Иванович	34	14	Высшее	5	100	База данных в SQL Server	Предложили разработать игру по мотивам Теле2
2	Петров Петр Петрович	10	10	Высшее	0	190		
3	Сидоров Семен Иванович	50	40	Среднее профессиональное	30	130	–	Предложил разработать платформу для обучения
4	Петренко Инна Михайловна	5	5	Среднее профессиональное	0	140	–	Предложила обучать персонал как у Pelitte

Представим в виде множества $S = (s_1, s_2, \dots, s_d)$ критерии, положенные в основу оценки сотрудника. Данным, по которым возможно произвести оценку, присваивается числовой коэффициент, имеющий определенный вес в дальнейших расчетах.

В таблице 2 представлены коэффициенты исходных данных, которые будут положены в основу вычисления функции поиска эффективности кандидата при выполнении конкретной задачи.

Таблица 2 – Присвоение коэффициентов исходным данным

Критерий	Присваиваемый коэффициент	Описание
Общий стаж	0	Отсутствует стаж или стаж менее 4 лет
	0,2	Стаж от 5 до 10 лет
	0,4	Стаж от 10 до 20 лет
	0,6	Стаж от 20 до 30 лет
	0,8	Стаж от 30 до 40 лет
	1	Стаж более 40 лет
Стаж работы	0	Отсутствует стаж или стаж менее 4 лет
	0,5	Стаж от 5 до 15 лет
	1	Стаж от 15 до 30 лет
	1,5	Стаж от 30 до 45 лет
	2	Стаж более 45 лет
Образование	0	Среднее общее
	1	Среднее профессиональное
	2	Высшее
Наставничество	0	Нет стажа наставничества
	1	От 1 до 15 лет наставничества
	2	От 15 до 30 лет наставничества
	3	От 30 лет наставничества и выше
Выполнение плана (перевыполнение)	0	Нет перевыполнения
	0,4	От 1 % до 20 % перевыполнение
	0,8	От 20 % до 40 % перевыполнение
	1,2	От 40 % до 60 % перевыполнение
	1,6	От 60 % до 80 % перевыполнение
	2	От 80 % до 100 % перевыполнение
Разработка (внедрение) АРМ	3	Более 100 % перевыполнение
	0	Нет разработок (внедрения)
	1	Автоматизация производственного процесса, влияющего на качество работы сотрудников
	2	Автоматизация производственного процесса, влияющего на качество и объем предоставляемых товаров (услуг)
	3	Автоматизация рабочего места сотрудников отдела
	4	Автоматизация уже существующего ПО
Результативность применения предложенных методов геймификации	5	Разработка и внедрение нового ПО
	0	Нет результатов
	1	Результативность увеличилось от 1 % до 20 %
	2	Результативность увеличилось от 20 % до 40 %
	3	Результативность увеличилось от 40 % до 60 %
	4	Результативность увеличилось от 60 % до 80 %
5	Результативность увеличилось от 80 % до 100 %	
6	Результативность увеличилось свыше 100 %	

Показатели эффективности сотрудников, которые будут определяющими при выборе наставника для решения обозначенных задач $z_{ij} (\forall ij \in 1, 2, 3)$, заданы таблицей 3.

Таблица 3 – Оптимизационные показатели наставников для выполнения ими конкретных задач

Задача	Иванов И. И.	Петров П. П.	Сидоров С. И.	Петренко И. М.
Разработка АРМ	2,35	2,06	1,92	1,78
Выполнение плана	1,61	1,47	2,27	2,39
Применение методов геймификации на производстве	1,21	1,26	1,67	2,06

Тогда задача о назначении наставника для данного примера, в соответствии с формулой (6), может быть записана следующим образом:

$$2,35x_{11} + 2,06x_{12} + 1,92x_{13} + 1,78x_{14} + 1,61x_{21} + 1,47x_{22} + 2,27x_{23} + 2,39x_{24} + 1,21x_{31} + 1,26x_{32} + 1,67x_{33} + 2,06x_{34} \rightarrow \max_{x \in \Delta\beta},$$

где множество допустимых альтернатив $\Delta\beta$ в соответствии с формулой (7) задано следующей системой:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 1, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 1, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 1, \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 1, \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 1, \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 1, \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 1, \\ x_{ij} &\in 0, 1; \forall i \in 1, 2, 3, 4; \forall j \in 1, 2, 3. \end{aligned}$$

Первые четыре ограничения соответствуют общему ограничению (3), следующие четыре ограничения соответствуют ограничению (4), а последнее – ограничению (5). Решим сформулированную задачу о назначении при помощи программы Excel, задав все начальные данные и ограничения в виде формул. Также введем параметры и базовые ограничения для задачи о назначении наставника в мастер поиска решения (рисунок 3).

После выполнения расчетов с применением программы MS Excel будет найдено количественное решение, показанное на рисунке 4.

Результатом вычислений являются следующие оптимальные значения переменных: $x_{11} = 1, x_{23} = 1, x_{24} = 1, x_{42} = 1$, остальные переменные равняются 0. Также найдено максимально значение целевой функции $f = 8,27$. Анализ решения задачи о назначении показывает, что на разработку АРМ рекомендуется назначить Иванова И. И., для перевыполнения плана – Сидорова С. И. и Петренко И. М., для применения разработок методов геймификации – Петрова П. П.

Итак, применение методов геймификации в управлении HR-процессами, а также в их автоматизации позволяют автоматизировать процесс распределения персонала, экономить время руководителя предприятия и исключить ошибки, возникающие из-за человеческого фактора, из процесса распределения персонала [10, 11]. Для успешного внедрения методов геймификации в HR-процессы следует разработать понятный алгоритм, содержащий правила внедрения, введения и анализа полученных результатов.

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: Максимум Минимум Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Рисунок 3 – Параметры и ограничения задачи

Задача	Иванов	Петров	Сидоров	Петренко	
Разработка АРМ	2,35	2,06	1,92	1,78	
Выполнение плана	1,61	1,47	2,27	2,39	
Применение методов геймификации на производстве	1,21	1,26	1,67	2,06	
					ЦФ
					8,27
Задача	Иванов	Петров	Сидоров	Петренко	
Разработка АРМ	1	0	0	0	1
Выполнение плана	0	0	1	1	1
Применение методов геймификации на производстве	0	1	0	0	1
	1	1	1	1	

Рисунок 4 – Результат решения задачи о назначении наставника

Выводы

Разработанная математическая модель позволяет систематически оценивать и оптимизировать процессы внедрения цифровых технологий геймификации в HR-процессы промышленных предприятий. Она демонстрирует, что правильный выбор игровых параметров их реализации существенно повышает мотивацию и эффективность обучения. Модель является универсальной и может быть адаптирована под конкретные условия предприятия, что позволяет повысить его конкурентоспособность за счет более эффективного управления человеческими ресурсами.

Список литературы

1. Просвирина, Н. В. Повышение конкурентоспособности авиационного предприятия за счет эффективного управления трудовыми ресурсами / Н. В. Просвирина, А. И. Тихонов. – Текст : электронный // Экономика и предпринимательство. – № 10(99). – 2018. – С. 622–628. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35654494> (дата обращения: 22.05.2025).
2. Тухватулина, Л. Р. Понятие внешней среды в современном менеджменте / Л. Р. Тухватулина. – Текст : электронный // Вестник науки Сибири. – 2013. – № 1(7). – С. 207–211. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-vneshney-sredy-v-sovremennom-menedzhmente> (дата обращения: 23.05.2025).
3. Просвирина, Н. В. Интегрированный подход в подготовке и развитии персонала на предприятиях авиационной отрасли / Н. В. Просвирина, А. И. Тихонов. – Текст : электронный // Финансовая экономика. – 2018. – № 7. – С. 202–205. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36828373> (дата обращения: 24.05.2025).
4. Просвирина, Н. В. Учет направлений деятельности по управлению персоналом и его особенности / Н. В. Просвирина. – Текст : электронный // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 1–2. – С. 83–89. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42388115> (дата обращения: 25.05.2025).
5. Просвирина, Н. В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами / Н. В. Просвирина. – Текст : электронный // Московский экономический журнал. – 2019. – № 12. – С. 759–769. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kadrovaya-politika-organizatsii-kak-instrument-upravleniya-chelovecheskimi-resursami> (дата обращения: 26.05.2025).
6. Плотницкая, М. Р. Понятие «персонал» в контексте управления человеческими ресурсами / М. Р. Плотницкая. – Текст : электронный // Вестник КРАУНЦ. Гуманитарные науки. – № 1(21). – 2013. – С. 56–62. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-personal-v-kontekste-upravleniya-chelovecheskimi-resursami> (дата обращения: 27.05.2025).
7. Карасев, М. А. Персонал организации: понятие, структура и методы управления / М. А. Карасев. – Текст : электронный // Наукоедение : интернет-журнал. – 2015. – № 5. – Т. 7. – С. 1–9. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/personal-organizatsii-ponyatie-struktura-i-metody-upravleniya> (дата обращения: 30.05.2025).
8. Данилова, Н. Е. Особенности стратегий управления персоналом в некоммерческих организациях / Н. Е. Данилова. – Текст : электронный // Вестник академии знаний. – 2020. – № 36(1). – С. 71–74. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-strategiy-upravleniya-personalom-v-nekommercheskih-organizatsiyah> (дата обращения: 01.06.2025).
9. Семина, А. П. Автоматизация процесса управления персоналом / А. П. Семина. – Текст : электронный // Вестник академии знаний. – 2020. – № 36(1). – С. 216–220. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42542014> (дата обращения: 02.06.2025).
10. Жданова, Д. С. Программа тренингов личной эффективности как важная составляющая подготовки студентов / Д. С. Жданова, Н. В. Просвирина, А. И. Тихонов. – Текст : электронный // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 8(97). – С. 1056–1060. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35176083> (дата обращения: 03.06.2025).
11. Просвирина, Н. В. Анализ аттестации персонала предприятия авиационной промышленности / Н. В. Просвирина. – Текст : электронный // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 12, ч. 1. – С. 116–121. – URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=856> (дата обращения: 04.06.2025).

Н. Э. Пешкова

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

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

Математическая модель распределения ресурсов в задаче геймификации HR-процессов на промышленных предприятиях

Предметом исследования является разработка математической модели внедрения цифровых технологий геймификации в HR-процессы на промышленных предприятиях. В условиях современного рынка труда и высокой конкуренции предприятия сталкиваются с необходимостью повышения эффективности управления персоналом, мотивации сотрудников и улучшения корпоративной культуры. Одним из инновационных подходов к решению этих задач является использование геймификации – внедрения игровых элементов и механизмов в HR-процессы, таких как обучение, мотивация, оценка и развитие персонала.

На промышленных предприятиях традиционные методы управления зачастую не обеспечивают достаточной вовлеченности сотрудников, что негативно сказывается на производительности и качестве работы. В рамках существующих HR-систем возникает потребность в моделировании процессов внедрения геймификации для определения оптимальных параметров, оценки эффективности и прогнозирования результатов. Математическая модель, позволяющая формализовать взаимодействие между игровыми элементами, мотивацией сотрудников,

уровнем их вовлеченности и производственными показателями, является важным инструментом для повышения управляемости и эффективности внедрения цифровых технологий.

В процессе функционирования HR-процессов с геймификацией возникают такие явления, как изменение уровня мотивации сотрудников, рост производительности труда, улучшение корпоративной культуры и снижение текучести кадров. Одной из ключевых задач модели является динамическое отображение процессов мотивации и вовлеченности на основе введенных игровых элементов, а также оценка их влияния на показатели работы предприятия. В рамках модели предполагается использование систем дифференциальных уравнений для описания изменений мотивации и поведения сотрудников под воздействием игровых стимулов и обратной связи.

Предложенная математическая модель позволяет прогнозировать результаты внедрения цифровых технологий геймификации в HR-процессы, оптимизировать параметры игровых элементов для достижения максимальной эффективности, а также выявлять наиболее значимые факторы, влияющие на мотивацию и производительность сотрудников на промышленных предприятиях.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ГЕЙМИФИКАЦИЯ, ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, HR-ПРОЦЕСС

N. E. Peshkova

*Automobile and Road Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka*

**Mathematical Model of the Resource Allocation in the Problem of the HR Processes Gamification
in Industrial Enterprises**

The subject of the research is the development of a mathematical model for the introduction of digital gamification technologies into HR processes in industrial enterprises. In the conditions of the modern labour market and high competition, enterprises are faced with the need to improve the efficiency of personnel management, employee motivation and corporate culture. One of the innovative approaches to solving these problems is the use of gamification – the introduction of game elements and mechanisms into HR processes, such as training, motivation, assessment and development of personnel.

In industrial enterprises, traditional management methods often do not ensure sufficient employee engagement, which negatively affects productivity and quality of work. Within the framework of existing HR systems, there is a need to model the processes of gamification implementation in order to determine optimal parameters, evaluate effectiveness and predict results. A mathematical model that allows us to formalize the interaction between game elements, employee motivation, their level of engagement, and production performance is an important tool for improving the manageability and efficiency of digital technology implementation.

In the course of HR processes with gamification, phenomena such as changes in employee motivation, increased productivity, improved corporate culture, and reduced staff turnover occur. One of the key tasks of the model is to dynamically display the processes of motivation and engagement based on the introduced game elements, as well as to assess their impact on the performance of the enterprise. The model assumes the use of systems of differential equations to describe changes in employee motivation and behaviour under the influence of gaming stimuli and feedback.

The proposed mathematical model makes it possible to predict the results of the introduction of digital gamification technologies into HR processes, optimize the parameters of game elements to achieve maximum efficiency, and identify the most significant factors affecting employee motivation and productivity in industrial enterprises.

MATHEMATICAL MODEL, GAMIFICATION, DIGITAL TECHNOLOGY, HR PROCESS

Сведения об авторе:

Н. Э. Пешкова

Телефон: +7 949 338-12-45

Эл. почта: n.e.peshkova@e.adidonntu.ru

Статья поступила 22.07.2025

© Н. Э. Пешкова, 2025

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

АВТОРЫ ЖУРНАЛА

- Борисов Д. С. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Ванин А. А. Государственное бюджетное учреждение «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
- Вовк Л. П. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Воронина И. Ф. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Губа В. В. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Губа К. Р. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Гулейчук Н. И. Государственное бюджетное учреждение «Донгипрошахт», г. Донецк
- Гуменюк Н. В. 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
- Жаболенко М. В. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт научно-технической информации», г. Донецк
- Кисель Е. С. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Мавлиханов Р. А. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Мельникова Е. П. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Пантюхов В. А. Государственное бюджетное учреждение «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
- Пешкова Н. Э. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Пташинский А. А. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Руднева Е. Ю. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

- Сегедин С. В. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Стажок Т. В. Государственное бюджетное учреждение «Донгипрошахт», г. Донецк
- Судак Ф. М. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Третьякова Л. Н. 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
- Юшков Н. В. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

Требования к статьям

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 ином случае автору предоставляется протокол проверки для приведения текста в соответствие данному требованию.

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 была опубликована);
- сведения об авторах, где указываются: фамилия, имя и отчество, ученое звание, ученая степень, должность, место работы, контактные телефоны (обязательно мобильная связь), e-mail.

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.

Требования к оформлению формул

Формулы (оформляемые отдельной строкой) должны набираться в MathType целиком. Набор формул из составных элементов, где частью формулы является таблица, или текст, или внедренная рамка, не допускается. Также не допускается вставлять в текст формулы как графические элементы (рисунки).

Необходимо использовать следующие правила набора формул:

- цифры, знаки препинания, скобки (круглые, квадратные, фигурные) в формулах должны быть набраны прямым шрифтом;
- буквенные обозначения величин (символы), для которых применяются буквы латинского алфавита, – курсивом;
- сокращенные математические термины (например: sin, cos, lg, lim, max) – прямым шрифтом;
- русские буквы (как в самой формуле, так и в индексах) – прямым шрифтом;
- греческие буквы – прямым шрифтом;
- буквы Σ (как знак суммы), Π (как знак произведения) – прямым шрифтом повышенного кегля;
- размер символов (Size): 12 pt, 7 pt, 5 pt, 18 pt.
- нумерация формул в пределах статьи, на пронумерованные формулы должны быть ссылки в тексте.

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 объек-

тов связанных с другими программами, например с КОМПАС, MS Excel и т. п. **Таблицы** выполняются в MS Word и должны помещаться не более чем на одной странице без переноса. Заголовки таблиц включают номер в пределах статьи и название. Таблицы располагаются после ссылки 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:

- УДК;
- Ф. И. О. авторов, которые печатаются в одном абзаце, через запятую, без переносов, с указанием ученой степени;
- информацию об авторах: организация, город, страна, коды наукометрических баз 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.

Рукописи статей и оригиналы всех необходимых сопроводительных документов направляются в редакционную коллегию. Электронный вариант статьи и сканированные копии сопроводительных документов направляются по электронной почте.

Редакционная коллегия определяет соответствие статьи профилю журнала и требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование.

Плата с авторов за опубликование рукописей не взимается. Гонорар авторам за публикацию статей не выплачивается.

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

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

E-mail: vesti-adi@e.adidonntu.ru

Веб-сайт: <http://ojs.donntu.ru/index.php/vestiadi>; vestnik.adidonntu.ru; <https://адидоннту.рф/>