

**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

№ 2(53), 2025

Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Road Institute: международный научно-технический журнал / АДИ ДонНТУ. – Горловка, 2025. – № 2(53). – 111 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 реферируется в Science Index **РИНЦ** (<http://elibrary.ru>).

Редакционная коллегия

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

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

Мищенко Н. И. (д-р техн. наук, проф.)

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

Члены редакционной коллегии: Ангелина И. А. (д-р экон. наук, проф.); Андриенко В. Н. (д-р экон. наук, проф.); Беспалов В. А. (д-р техн. наук, доц.); Братчун В. И. (д-р техн. наук, проф.); Волощенко Л. М. (д-р экон. наук, доц.); 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 № 1 от 24.09.2025 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, drukni@rambler.ru

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

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

Подписано в печать 24.09.2025 г.

Формат 60 × 84/8. Заказ № 100. 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

№ 2(53), 2025

Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Road Institute: international scientific and technical journal / ARI DonNTU. – Gorlovka, 2025. – № 2(53). – 111 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., Docent); 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 № 1 of 24.09.2025.

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 24.09.2025.

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

Printed: ARI DonNTU.

Distributed free of charge.

© Authors, 2025

© ARI DonNTU, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| ТРАНСПОРТ | 7 |
| <i>Н. Н. Дудникова, Д. Д. Просин</i> | |
| АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДИК РАСЧЕТА ЦИКЛОВ, ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТАКТОВ ФАЗ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ..... | 7 |
| <i>Е. С. Сытник, В. В. Борисов, Д. Р. Федоров, А. В. Васильченко, Н. А. Романько, Д. Ю. Пащенко</i> | |
| ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО КАК ФАКТОР ДИВЕРСИФИКАЦИИ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ..... | 15 |
| <i>А. П. Воек, Д. Е. Дмитрук</i> | |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУЯЗЫЧНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ... | 27 |
| СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ | 41 |
| <i>В. В. Пархоменко, А. Н. Морозова, М. В. Барбашова</i> | |
| СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПУТЕПРОВОДА НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ М-03 КИЕВ – ХАРЬКОВ – ДОЛЖАНСКИЙ, КМ 756+879 (ДНР)..... | 41 |
| ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ | 50 |
| <i>Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк</i> | |
| ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СОВРЕМЕННЫМ ЧИСТЫМ АВТОТРАНСПОРТОМ | 50 |
| ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ | 58 |
| <i>О. А. Тимашкова</i> | |
| ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ..... | 58 |
| <i>А. П. Воек, М. В. Волин</i> | |
| МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТОВ | 67 |
| <i>Е. П. Мельникова, О. И. Черноус, Т. Н. Прокопец, А. А. Колесова</i> | |
| АНАЛИЗ РЫНКА КОНДИТЕРСКОЙ ПРОДУКЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | 76 |
| <i>М. М. Гуменюк, Н. В. Сытюк</i> | |
| ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ | 83 |
| <i>В. В. Пехтерева, А. В. Кутовой</i> | |
| АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОТБОРА, ПОДБОРА И НАЙМА ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИИ БАНКОВСКОГО СЕКТОРА | 92 |
| <i>А. С. Чередниченко</i> | |
| ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ... | 101 |

TABLE OF CONTENTS

| | |
|---|-----|
| TRANSPORT | 7 |
| <i>N. N. Dudnikova, D. D. Prosin</i> | |
| ANALYSIS OF EXISTING PRINCIPLES AND METHODS FOR CALCULATING CYCLES, INTERMEDIATE STAGES OF TRAFFIC LIGHT CONTROL PHASES..... | 7 |
| <i>E. S. Sytnik, V. V. Borisov, D. R. Fedorov, A. V. Vasilchenko, N. A. Romanko, D. Iu. Pashchenko</i> | |
| GAS MOTOR FUEL AS A FACTOR IN DIVERSIFYING THE FUEL BASE OF RUSSIAN AUTOMOBILE TRANSPORT..... | 15 |
| <i>L. P. Vovk, D. E. Dmitruk</i> | |
| THE STUDY OF THE BILINGUAL APPROACH EFFECTIVENESS IN TEACHING MATHEMATICS TO FUTURE SPECIALISTS IN THE AUTOMOBILE AND ROAD INDUSTRY..... | 27 |
| HIGHWAY CONSTRUCTION AND MAINTENANCE | 41 |
| <i>V. V. Parkhomenko, L. N. Morozova, M. V. Barbashova</i> | |
| STATIC TESTS OF THE OVERPASS ON THE PUBLIC ROAD OF NATIONAL IMPORTANCE M-03 KIEV – KHARKOV – DOLZHANSKY, KM 756+879 (DPR)..... | 41 |
| ENVIRONMENT PROTECTION | 50 |
| <i>Ia. O. Beletskii, A. I. Serdiuk</i> | |
| ENVIRONMENTAL POLLUTION PROBLEMS FROM MODERN CLEAN MOTOR TRANSPORT..... | 50 |
| ECONOMICS AND MANAGEMENT | 58 |
| <i>O. A. Timashkova</i> | |
| PRINCIPLES OF MANAGING BUSINESS PROCESSES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION..... | 58 |
| <i>L. P. Vovk, M. V. Volin</i> | |
| MATHEMATICAL MODEL FOR CONSTRUCTING A PERSONALIZED RECOMMENDATION SYSTEM BASED ON OBJECT FEATURES..... | 67 |
| <i>E. P. Melnikova, O. I. Chornous, T. N. Prokopets, A. A. Kolesova</i> | |
| ANALYSIS OF THE CONFECTIONERY MARKET OF THE RUSSIAN FEDERATION..... | 76 |
| <i>M. M. Gumeniuk, N. V. Sytiuk</i> | |
| OPTIMIZATION OF THE EDUCATIONAL PLATFORM USER INTERFACE FOR NON-PROFIT ORGANIZATIONS | 83 |
| <i>V. V. Pekhtereva, A. V. Kutovoi</i> | |
| ANALYSIS OF THE SELECTION, RECRUITMENT AND PERSONNEL HIRING SYSTEM IN THE BANKING SECTOR ORGANIZATION..... | 92 |
| <i>A. S. Cherednichenko</i> | |
| DIGITAL SOVEREIGNTY AS A FACTOR OF RUSSIA'S ECONOMIC SECURITY..... | 101 |

ТРАНСПОРТ

УДК 656.05

Н. Н. Дудникова, канд. техн. наук, Д. Д. Просин

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

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДИК РАСЧЕТА ЦИКЛОВ, ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТАКТОВ ФАЗ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Выполнен анализ существующих принципов и методик расчета циклов, промежуточных тактов фаз светофорного регулирования дорожного движения.

Выявлены основные недостатки методик с точки зрения особенностей расчета промежуточных тактов фаз светофорного регулирования, не дающие возможность обеспечить надлежащий уровень безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: дорожное движение, светофорное регулирование, цикл регулирования, промежуточный такт, метод расчета

Постановка проблемы

Дорожное движение – это сложная динамическая система с точки зрения многофакторных случаев формирования процесса движения как каждой транспортной единицы, так и сформированного транспортного потока [1]. Оно осуществляется в условиях значительной неопределенности, которая усложняется появлением все большего числа транспортных средств на неготовых для их пропуска дорогах.

Обеспечение непрерывного и скоростного движения транспортных потоков, рассчитанных на продолжительную перспективу, обязывает реализовывать рациональную организацию пропуска транспортных средств, которая дает возможность исключать дорожно-транспортные происшествия, заторы, сверхнормативные задержки на пересечениях; применять технические средства организации дорожного движения.

Используемая на 40–45 % пропускная способность проезжих частей дорожной сети в городах и других населенных пунктах за счет поочередного пропуска транспортных потоков на часто расположенных пересечениях улиц прямо пропорционально повышает плотность, задержки и обратно пропорционально снижает скорость сообщения и соответствующие экономические показатели подвижного состава [2].

Критерии введения светофорной сигнализации, построенные на эмпирических предположениях, не всегда способствуют повышению эффективности управления и обеспечению безопасности дорожного движения.

Подобные проблемы имеют место и в государствах с развитым промышленно-техническим потенциалом, где они компенсируются, в большинстве случаев, разделением потоков в пространстве [2]. К решению таких проблем привлечены не только научные учреждения, но и вузы.

Анализ последних исследований и публикаций

Вопросы, связанные с организацией дорожного движения на регулируемых пересечениях, отражены в работах М. Б. Афанасьева, Г. И. Клиновштейна, В. И. Конопляно, Ю. А. Кременца, Е. М. Лобанова и др. [1–11].

Цель исследования – анализ существующих принципов и методик расчета циклов, промежуточных тактов фаз светофорного регулирования дорожного движения.

Изложение основного материала исследования

Наилучшие условия пропуска потоков на пересечении, с точки зрения минимума задержек и максимума безопасности движения, создаются развязкой в разных уровнях [3]. Однако это дорогой способ. Он связан, как правило, с перестройкой всей транспортной системы, сносом домов, возведением искусственных сооружений, что требует значительных капитальных затрат. Более распространенный способ – это разделение потоков в пространстве за счет создания пересечений с круговым движением, канализирование, что требует строительства дополнительных полос проезжих частей – расширения дорог с применением островков безопасности и т. д., а также разделение потоков во времени, при котором очередность пропуска транспортных средств связана с соответствующими задержками на подходах к пересечению за счет движения транспортных потоков на конфликтных направлениях. Кроме того, применяемые методы расчета режимов светофорного регулирования, построенные на эмпирических предпосылках, при проектировании светофорных объектов дают нерациональные продолжительности тактов, что увеличивает задержки транспортных средств и уменьшает скорости сообщения.

Существующие методы определения продолжительности циклов светофора строятся лишь на базе оценки задержек или данных по обеспечению разъезда полной очереди транспортных средств, которая образовалась у соответствующей стоп-линии.

Зарубежный опыт необходимо начать анализировать с работы американских специалистов Т. М. Метсона и У. С. Смита описанной в [4], которые предложили формулу определения продолжительности цикла, построенную на задержках:

$$T_u = 3\,600 \frac{\sum_{k=1}^n K_k}{3\,600 - \sum_{k=1}^n V_k \cdot D_k} = \frac{34\,200}{3\,600 - (V_1 + V_2) \cdot 2,1}, \quad (1)$$

где $K_k = 4,75$ – дополнительная задержка каждого транспортного средства, которое стояло в очереди на запрещающий сигнал, возникшая от приведения очереди в движение, с [4];

$D_k = 2,1$ – интервал сдвига с места транспортного средства, с [4];

n – количество фаз в цикле, ед.;

V_1, V_2 – интенсивность движения на направлениях, пересекающихся на пересечении, авт/ч.

Формула (1) не нашла применения на практике, так как в ней не принимаются во внимание некоторые исходные параметры движения на пересечении, а величина K_k характеризует размер дополнительных задержек без учета основных. В результате образуются заторы в движении или неоправданные лишние задержки. Такие факторы, как геометрические размеры пересечения и основные характеристики транспортных потоков [5] не учтены. Интервал сдвига транспортного средства с места D_k рекомендован одинаковым для всех случаев – 2,1 с, хотя в действительности он зависит от динамических качеств транспортных средств, квалификации, скорости реакции, внимательности, сосредоточенности на управлении автомобилем водителей, условий движения и типа маневра [2].

Кроме того, формула не учитывает исходные параметры пешеходного движения на пересечении, что является довольно важным упрощением в технологии пропуска транспортных потоков. Формула (1) не предусматривает учета необходимости наличия промежуточных тактов в светофорном регулировании для освобождения площади пересечения после соответствующей фазы разъезда.

Существенные зарубежные разработки относительно необходимости учета и соответствующего определения промежуточных тактов предложил Ф. В. Вебстер [2]. Его методика их определения заключается в том, что суммарное потерянное время в цикле при движении транспортных средств через пересечение рассчитывается по формуле:

$$L = \sum_{i=1}^n t'_i, \quad (2)$$

где L – суммарное потерянное время в цикле при движении транспортных средств, с;

t'_i – продолжительность i -го промежуточного такта, с;

n – количество промежуточных тактов, ед.

Продолжительность i -го промежуточного такта рассчитываем по [2]:

$$t'_i = \tau_1 + \tau_2 - \tau_3 + 2, \quad (3)$$

где τ_1 – время проезда (без снижения скорости) расстояния до стоп-линии, равного тормозному пути, с:

$$\tau_1 = \frac{V_a}{2 \cdot 3,6 \cdot a^0}, \quad (4)$$

где V_a – скорость транспортных средств на подходе к пересечению, км/ч;

a^0 – замедление движения транспортных средств, принимается равным 3, м/с [2];

τ_2 – время проезда расстояния от стоп-линии к самой дальней конфликтной точке с добавлением временной длины транспортного средства, с:

$$\tau_2 = \frac{(l_j + l_a) \cdot 3,6}{V_a}, \quad (5)$$

где l_j – расстояние от стоп-линии до самой крайней конфликтной точки, м; (определяется на пересечении);

l_a – габаритная длина транспортных средств, принимается равной в среднем 6 м;

τ_3 – время с момента включения зеленого такта в очередной фазе к моменту прибытия к дальней конфликтной точке, с [2]:

$$\tau_3 = \sqrt{\frac{2l}{a}}. \quad (6)$$

Здесь же Ф. В. Вебстер рекомендует в расчете продолжительности промежуточного такта для поворачивающего налево движения скорость принимать равной 25 км/ч [2].

Как видим, для определения продолжительности промежуточного такта по формуле (3), которая является составной величиной формулы (2), необходимо установить:

- время проезда расстояния до стоп-линий, равное тормозному пути, который зависит от скорости транспортного средства и коэффициента сцепления дороги, а также от интенсивности торможения;
- время занятости пересечения от стоп-линий до дальнего ряда пешеходного перехода, которое также зависит от скорости движения транспортного средства и других факторов;
- временной интервал движения транспортного средства на расстоянии от стоп-линий к дальней конфликтной точке при основном такте светофорного регулирования в очередной фазе с прибавлением к $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3$ двух секунд.

Метод является не только эмпирическим, но и громоздким по применению, тогда как параметр t'_i можно получить при натурных наблюдениях путем измерения времени занятости транспортными средствами пересечения при его проезде. Погрешность находится в обратно пропорциональной зависимости от объема выборки, т. е. от количества измерений, а последний расчетный параметр находится в линейной зависимости от избранной точности измерения исходного параметра.

Обобщая зарубежную практику [2, 6, 7] расчета длительностей циклов светофорного регулирования в зависимости от размеров временных интервалов между передними бамперами транспортных средств при пересечении ими стоп-линии (рисунок), можно сделать вывод, что между продолжительностью цикла, длительностью промежуточных тактов и размерами пересечений, временных интервалов между транспортными средствами существует прямо пропорциональная зависимость или зависимость, близкая к ней. По методу Т. М. Метсона продолжительность цикла находится в зависимости лишь от размеров пересечения и соответствующих промежуточных тактов.

Назначение промежуточного такта состоит в обеспечении временной возможности для освобождения зоны пересечения не только теми транспортными средствами, которые были на ней во время горения желтого сигнала, но и теми, которые в последнюю секунду горения зеленого сигнала пересекали стоп-линию и не имели возможности остановиться перед ней своевременно. Однако транспортные средства, водители которых заметили этот сигнал на достаточном расстоянии для остановки перед стоп-линией, обязаны остановиться и ждать разрешающего такта. Водителям транспортных средств, остановленных у стоп-линии при включении желтого сигнала после запрещающего такта, необходимо подготовиться к началу движения и начать движение с включением основного такта.

Обращает на себя внимание тот факт, что продолжительности промежуточных тактов не рассчитываются по формулам с учетом динамики транспортных средств, геометрических параметров пересечений и условий движения, поскольку теоретические разработки по выводу таких формул отсутствуют. Ошибочно считают, что промежуточные такты – это лишь границы основных фаз и при проезде пересечения никакого значения не имеют, и служат даже причиной значительных задержек и т. д. Их продолжительности рекомендуются противоречиво и необоснованно: 3–7 с, 3–5 с [8].

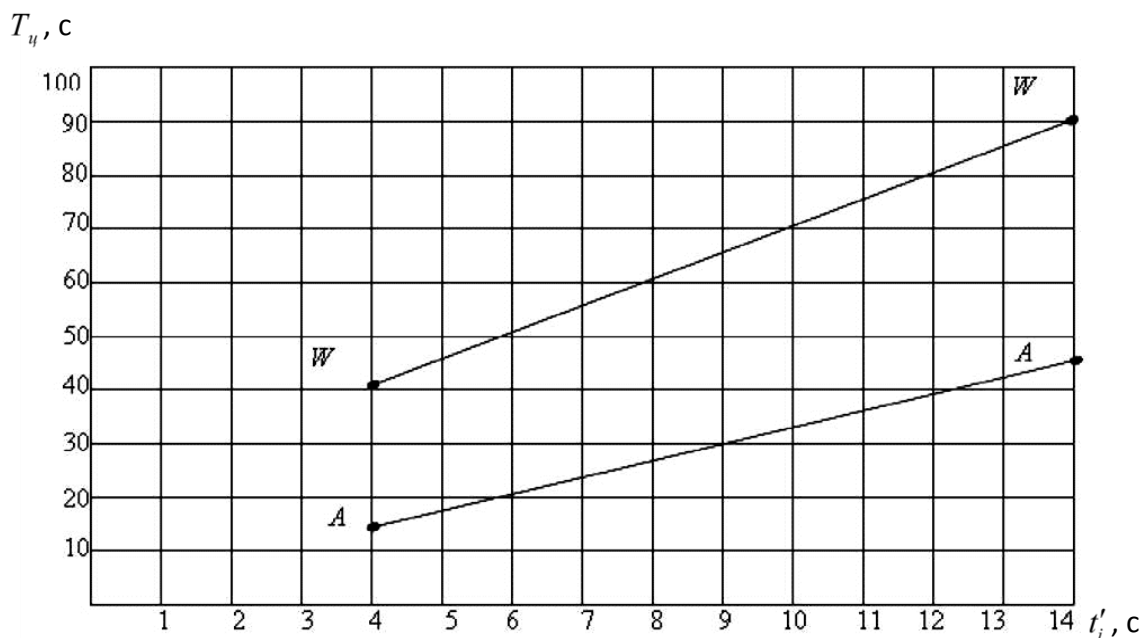
Например, для освобождения пересечения трамваем, если он начал движение после остановки перед пересечением, потребуется не менее 7–16 с [8] в зависимости от геометрических параметров пересечения и других факторов. При продолжительности промежуточных тактов менее той, что отвечает геометрическим параметрам пересечения и динамике транспортных средств, создаются аварийные ситуации, при значительных отклонениях возникают неоправданные задержки автомобилей у стоп-линий, которые вызывают нервозность водителей, что снижает пропускную способность и безопасность движения на регулируемых пересечениях.

Зависимость продолжительности циклов светофора от геометрических параметров пересечений и, соответственно, от длительности промежуточных тактов показана на рисунке. Зарубежные исследователи [9] стараются промежуточные такты в цикле отменить, соответственно увеличив продолжительность основных тактов, оправдывая это усилением контрастности «горения» сигналов.

Исследования отдельных элементов пересечения или проезжих частей одного направления без учета динамики образования очереди и ее разъезда, выполняемых маневров и конфликтных ситуаций при этом, а также освобождение зоны пересечения от транспортных средств на всех подходах к нему и на нем в единицу времени, не позволяет правильно описать динамику движения транспортных потоков.

Метод расчета промежуточного такта, предложенный Вебстером, построенный на измерениях скоростей движения в зоне пересечения и на подходах к нему, расчетах, которые

составляют модель параметров, и прибавлении к ним двух секунд, которые отражают его эмпирическую направленность и также не отражают сформированной практики проезда пересечения в вероятностном плане. Тангенс угла наклона линии W–W по Вебстеру больше, чем у линии A–A по методу, предложенному Живоглядовым, за счет увеличения суммарной продолжительности промежуточных тактов на 50 % и прибавления к ней еще пяти секунд.



- линия W–W по методу Вебстера [2];
- линия A–A по методу Живоглядова [9]

Рисунок – Зависимость продолжительности циклов T_u , с, работы светофоров от суммарной продолжительности промежуточных тактов t'_i при временном интервале движения 2 с на транспортное средство, от интенсивности движения 0,166 авт/с

На основании вышеперечисленного можно сделать вывод, что между продолжительностью цикла и суммарной величиной промежуточных тактов желтых сигналов существует линейная зависимость, которая отражает геометрические параметры пересечения.

Продолжительности цикла светофора, посчитанные по методам Вебстера и Живоглядова приведены в таблице.

Современные методики определения параметров промежуточных тактов предусматривают использование методики Ю. А. Кременца [2], в которой рассчитывается время прямолинейного движения транспортного средства через площадь пересечения с учетом пути торможения перед стоп-линией. Расчет указанного времени проводят по формуле [2]:

$$t_{ni} = t_p + \frac{V_k}{2a} + \frac{B_i + L_a}{V_k}, \quad (7)$$

где t_p – время реакции водителя, с;

V_k – рассчитанная скорость движения через площадь пересечения, м/с;

a – замедление транспортного средства;

B_i – ширина площади пересечения между стоп-линиями, м;

L_a – длина приведенного автомобиля, м.

Зависимость (7) предусматривает учет двух маневров транспортного средства: торможение до полной остановки перед стоп-линией и проезд площади пересечения прямолинейно.

Таблица – Зависимость продолжительности цикла светофора от размеров промежуточных тактов и геометрических параметров пересечений по методам Вебстера и Живоглядова

| Суммарная продолжительность промежуточных тактов $L = \sum_{i=1}^n t'_i, \text{ с}$ | Интенсивность движения, $\lambda_j,$ авт/ч, авт/с | Часть основного такта, $\alpha = \beta = 0,5$ | Временной интервал, $\tau_j,$ с/авт. | Поток насыщения, M_n | Фазовый коэффициент, Y_i | Длительность цикла | |
|--|--|--|--|---------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | Метод Вебстера | Метод Живоглядова |
| 4 | 600 0,1666 | 0,5 | 2 | 0,465 | 0,358 | 38,9 | 15 |
| 6 | 600 0,1666 | 0,5 | 2 | 0,465 | 0,358 | 49,5 | 21 |
| 8 | 600 0,1666 | 0,5 | 2 | 0,465 | 0,358 | 60 | 27 |
| 10 | 600 0,1666 | 0,5 | 2 | 0,465 | 0,358 | 70,7 | 33 |
| 12 | 600 0,1666 | 0,5 | 2 | 0,465 | 0,358 | 81,3 | 39 |
| 14 | 600 0,1666 | 0,5 | 2 | 0,465 | 0,358 | 91,9 | 45 |

В зависимости (7) прибавление времени реакции водителя и времени торможения равно времени остановки транспортного средства перед стоп-линией. Последняя составляющая зависимости раскрывает время на движение транспортного средства через площадь пересечения.

Проведенный детальный анализ зависимости (7) выявил ряд недостатков в определении времени промежуточных тактов:

- не учитываются все разрешенные направления движения в предыдущей фазе регулирования;
- не определяется время на промежуточный такт по всем маневрам движения, кроме прямолинейного движения через площадь пересечения;
- отсутствуют конкретные рекомендации определения расчетной скорости движения через площадь пересечения;
- отсутствуют конкретные рекомендации определения ускорения транспортного средства при выполнении им маневра остановки перед стоп-линией.

Выводы

В статье выяснено, что в настоящее время существует несколько методик определения промежуточного такта светофорного регулирования. Методики, основывающиеся на эмпирических исследованиях и не позволяют провести объективные расчеты, так как имеют ограничение – привязку к результатам непосредственного исследования, ко времени исследования и соответствующим условиям. Более объективные методики, разрешают проводить обобщенные расчеты, но имеют недостатки: не учитываются разрешенные направления движения в предыдущей фазе регулирования, не учитываются соответствующие маневры, которые были разрешены в предыдущей фазе, отсутствуют рекомендации определения расчетной скорости движения через площадь пересечения, отсутствуют рекомендации относи-

тельно принятия решения к интенсивности торможения перед стоп-линией.

Таким образом, решение задач обеспечения надлежащего уровня безопасности дорожного движения в области светофорных объектов невозможно без соответствующей организации промежуточного такта светофорного регулирования.

Список литературы

1. Организация дорожного движения / В. А. Гавриков, С. А. Анохин, А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет ; ЭБС АСВ, 2020. – 144 с. – ISBN 978-5-8265-2259-2.
2. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – Москва : Академкнига, 2005. – 279 с. – ISBN 5-94628-111-9.
3. Ярков, С. А. Повышение эффективности организации дорожного движения в городах : монография / С. А. Ярков, В. В. Морозов. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2020. – 161 с. – ISBN 978-5-9961-2291-2.
4. Клишковштейн, Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клишковштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 2001. – 247 с. – ISBN 5-277-02240-6.
5. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. – Москва : Высшая школа, 2007. – 200 с. – ISBN 978-5-06-005549-8.
6. Власов, А. А. Теория транспортных потоков : монография / А. А. Власов. – Пенза : ПГУАС, 2014. – 124 с. – ISBN 978-5-9282-1173-8.
7. Петров, В. В. Теория управления движением транспортных потоков в городах / В. В. Петров. – 2-е изд. стереотип. – Омск : СибАДИ, 2020. – 101 с.
8. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1990. – 240 с. – ISBN 5-277-00375-4.
9. Живоглядов, В. Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков : монография / В. Г. Живоглядов. – Ростов-на-Дону : Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2005. – 1082 с. – ISSN 0321-2653.
10. Дудников, А. Н. Теоретические основы учета колебаний плотности транспортных потоков при двухфазном светофорном регулировании / А. Н. Дудников, Н. Н. Дудникова, О. И. Карашук. – Текст : электронный // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике / Донской государственный технический университет. – Азов, 2020. – Т. 28, № 3(17). – С. 66–74. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44483642> (дата обращения: 11.08.2025).
11. Дудников, А. Н. Теоретические основы учета колебаний интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков при двухфазном светофорном регулировании / А. Н. Дудников, Н. Н. Дудникова, Э. Г. Варданян. – Текст : электронный // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике / Донской государственный технический университет. – Азов, 2019. – Т. 24, № 3(13). – С. 20–31. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bfhejy> (дата обращения: 11.08.2025).

Н. Н. Дудникова, Д. Д. Просин

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

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

**Анализ существующих принципов и методик расчета циклов, промежуточных тактов фаз
светофорного регулирования дорожного движения**

Обеспечение непрерывного и скоростного движения транспортных потоков, рассчитанных на продолжительную перспективу, вменяет в обязанность это реализовывать рациональной организацией пропуска транспортных средств, что исключает дорожно-транспортные происшествия, заторы, сверхнормативные задержки на пересечениях, применением технических средств организации дорожного движения.

Выяснено, что в настоящее время существует несколько методик определения промежуточного такта светофорного регулирования. Методики, основывающиеся на эмпирических исследованиях и не позволяют провести объективные расчеты, так как имеют ограничение – привязку к результатам непосредственного исследования, ко времени исследования и соответствующим условиям. Более объективные методики, разрешают проводить обобщенные расчеты, но имеют недостатки: не учитываются разрешенные направления движения в предыдущей фазе регулирования, не учитываются соответствующие маневры, которые были разрешены в предыдущей фазе, отсутствуют рекомендации определения расчетной скорости движения через площадь пересечения, отсутствуют рекомендации относительно принятия решения к интенсивности торможения перед стоп-линией.

Таким образом, решение задач обеспечения надлежащего уровня безопасности дорожного движения в области светофорных объектов невозможно без соответствующей организации промежуточного такта светофорного регулирования.

ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ, СВЕТОФОРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, ЦИКЛ РЕГУЛИРОВАНИЯ, ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ТАКТ, МЕТОД РАСЧЕТА

N. N. Dudnikova, D. D. Prosin

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

**Analysis of Existing Principles and Methods for Calculating Cycles, Intermediate Stages of Traffic
Light Control Phases**

Ensuring continuous and high-speed movement of traffic flows, designed for the long term, requires rational organization of the passage of vehicles, which eliminates traffic accidents, congestion, excessive delays at intersections, using technical means of traffic organization.

The article has found that today there are several methods for determining the intermediate cycle of traffic light regulation. Methods based on the empirical research do not allow for objective calculations, since they have a limitation – a link to the results of direct research to the time of research and relevant conditions. More objective methods allow for generalized calculations, but have disadvantages in the form of not taking into account the permitted directions of movement in the previous phase of regulation, the corresponding maneuvers that were permitted in the previous phase are not taken into account, there are no recommendations for determining the estimated speed of movement through the intersection area, there are no recommendations regarding the decision on the intensity of braking before the stop line.

Thus, the solution to the problem of ensuring an appropriate level of road safety in the area of traffic light objects is impossible without the appropriate organization of the intermediate stage of traffic light regulation.

ROAD TRAFFIC, TRAFFIC LIGHT CONTROL, CONTROL CYCLE, INTERMEDIATE TACT, CALCULATION METHOD

Сведения об авторах:

Н. Н. Дудникова

SPIN-код РИНЦ: 1424-1363

Телефон: +7 949 412-79-04

Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

Д. Д. Просин

Телефон: +7 949 412-79-04

Статья поступила 19.08.2025

© Н. Н. Дудникова, Д. Д. Просин, 2025

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

УДК 656.13:656.065.3

Е. С. Сытник, канд. техн. наук, В. В. Борисов, Д. Р. Федоров,
А. В. Васильченко, Н. А. Романько, Д. Ю. Пашенко

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

ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО КАК ФАКТОР ДИВЕРСИФИКАЦИИ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ

Анализируется потенциал газомоторного топлива как ключевого фактора диверсификации топливной базы автомобильного транспорта России. Выявлены преимущества и ограничения трех основных его видов: сжиженного углеводородного газа, компримированного природного газа и сжиженного природного газа. Исследуются экологические, экономические и инфраструктурные аспекты их применения, а также динамика изменения структуры топливного потребления в России. Определены стратегические направления развития топливно-энергетического баланса автотранспортного комплекса страны и предложены рекомендации по масштабированию использования газомоторных топлив на автомобильном транспорте.

Ключевые слова: газомоторное топливо, диверсификация, топливная база, автомобильный транспорт, сжиженный углеводородный газ, компримированный природный газ, сжиженный природный газ, экологичность, декарбонизация, инфраструктура

Введение

Автомобильный транспорт РФ традиционно использует нефтепродукты в качестве основного источника топлива. Однако истощение запасов углеводородов и ужесточающиеся экологические требования создают предпосылки для пересмотра существующей модели топливообеспечения автомобильного транспорта (АТ). Согласно последним оценкам экспертов [1, 2], разведанных запасов нефти в России при текущем уровне добычи хватит лишь на 26 лет. Это означает, что уже к 2050 году страна может столкнуться с серьезным дефицитом углеводородного сырья, если не будут найдены новые крупные месторождения или не произойдет масштабного перехода на альтернативные источники энергии.

Проблема усугубляется тем, что сжигание традиционных углеводородных топлив (бензина и дизельного топлива), несмотря на постоянное совершенствование их характеристик, остается основной причиной загрязнения атмосферного воздуха. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) содержат опасные вещества: оксиды азота (NO_x), оксид углерода (СО), углеводороды (C_mH_n), парниковый газ – диоксид углерода (CO_2); канцерогены (сажа С, бенз(а)пирен) и др. [3], которые не только ухудшают качество воздуха в городах, но и вносят существенный вклад в глобальное изменение климата.

Наибольшая нагрузка на экосистему, в первую очередь в части загрязнения атмосферного воздуха выбросами NO_x , СО и твердых частиц (сажи), приходится на городской транспорт, в особенности на автобусы и грузовую технику, работающие на дизельном топливе [3].

В условиях нестабильности мирового рынка нефтепродуктов и ужесточения экологических нормативов особую актуальность приобретает диверсификация топливного обеспечения АТ – стратегическое расширение используемых видов топлива, позволяющее снизить зависимость от традиционных нефтепродуктов и создать более устойчивую к колебаниям рынка и геополитическим кризисам энергетическую систему.

Альтернативные виды моторного топлива, замещая нефтепродукты в автотранспортном секторе, способствуют сохранению нефтяных ресурсов для нефтехимической промышленности и других высокотехнологичных отраслей. Такой процесс трансформации топливно-энергети-

ческого комплекса (ТЭК) АТ позволит обеспечить три ключевых эффекта: рациональное использование углеводородного сырья, снижение антропогенной нагрузки на экосистемы за счет сокращения эмиссии парниковых газов и токсичных соединений, а также диверсификацию топливной базы. Такие изменения соответствуют глобальным направлениям декарбонизации, ужесточению экологических регламентов и принципам устойчивого развития, что определяет их соответствие долгосрочным национальным интересам Российской Федерации в области ресурсосбережения и экологической безопасности.

Цель исследования – оценка потенциала газомоторного топлива как ключевого направления диверсификации топливного обеспечения автомобильного транспорта Российской Федерации.

Основная часть

Среди перспективных направлений для России особое место занимает использование газомоторного топлива (ГМТ), представленного тремя основными видами: сжиженным углеводородным газом (СУГ), компримированным природным газом (КПГ) и сжиженным природным газом (СПГ). ГМТ выступают ключевым фактором диверсификации ТЭК АТ, что обеспечивается сырьевой доступностью, экологической эффективностью, экономической целесообразностью. Развитие рынка ГМТ остается одним из ключевых направлений энергетической политики России, утвержденных президентом и правительством РФ [4].

Анализ статистических данных за пятилетний период [5] свидетельствует о значительной трансформации топливного баланса страны. На фоне глобальных энергетических трендов и изменений внутренней экономической политики в России происходит перераспределение долей различных видов топлива (рисунки 1, 2).

Как видно из рисунка 1 и рисунка 2, традиционные нефтепродукты сохраняют доминирующие позиции в структуре ТЭК АТ, формируя его энергетическую основу. Дизельное топливо, оставаясь безусловным лидером, увеличило свою долю с 24,8 % в 2019 году до 26,3 % в 2023 году. Автомобильный бензин стабильно удерживает второе место, демонстрируя незначительный рост с 20,4 % до 21,8 % за анализируемый период (2019–2023 гг.). В совокупности эти два вида традиционных моторных топлив обеспечивают более 48 % всего топливного потребления, что подчеркивает их ключевую роль в энергобалансе автотранспортного сектора. Особого внимания заслуживает динамика использования СУГ, демонстрирующая устойчивую положительную тенденцию. За пять лет их доля в общем объеме ТЭК АТ увеличилась с 14,9 % до 16,6 %, что отражает растущую популярность этого вида топлива.

СУГ представляет собой современный вид топлива, получаемый в процессе нефтепереработки (как побочный продукт), а также в виде жидкой фракции при добыче нефти и природного газа. За период (2019–2024 гг.) объем его производства в стране увеличился с 15,8 до 17,8 млн тонн в год, демонстрируя устойчивый рост [6]. Основу СУГ составляют пропан и бутан, а их оптимальное соотношение определяет ключевые преимущества топлива – высокую энергоэффективность, стабильность при хранении и экологичность.

Среди различных видов ГМТ СУГ представляет интерес благодаря своей универсальности и относительно простой схеме внедрения. Ключевыми преимуществами газа являются простота переоборудования автомобильных транспортных средств (АТС) (установка газобаллонного оборудования занимает 1–2 дня) и быстрая его окупаемость (в среднем 1,5–3 года). Согласно статистическим данным [7], в 2023 году на АТ приходилось 33 % общего потребления СУГ, что соответствует второму месту в структуре потребления после нефтехимической промышленности. При этом доля автомобильных транспортных средств, использующих СУГ в качестве моторного топлива, по состоянию на конец 2023 года достигла 7,4 % от общего парка (1,5 млн единиц автомобильной техники).

Устойчивый рост доли СУГ свидетельствует о постепенном переходе к более экологичным и экономичным вариантам топлива и отражает начальный этап трансформации топливного рынка в условиях ужесточения экологических требований. При этом стабильность потребления бензина подчеркивает инерционность рынка, обусловленную развитой заправочной инфраструктурой и преобладанием АТС с ДВС.

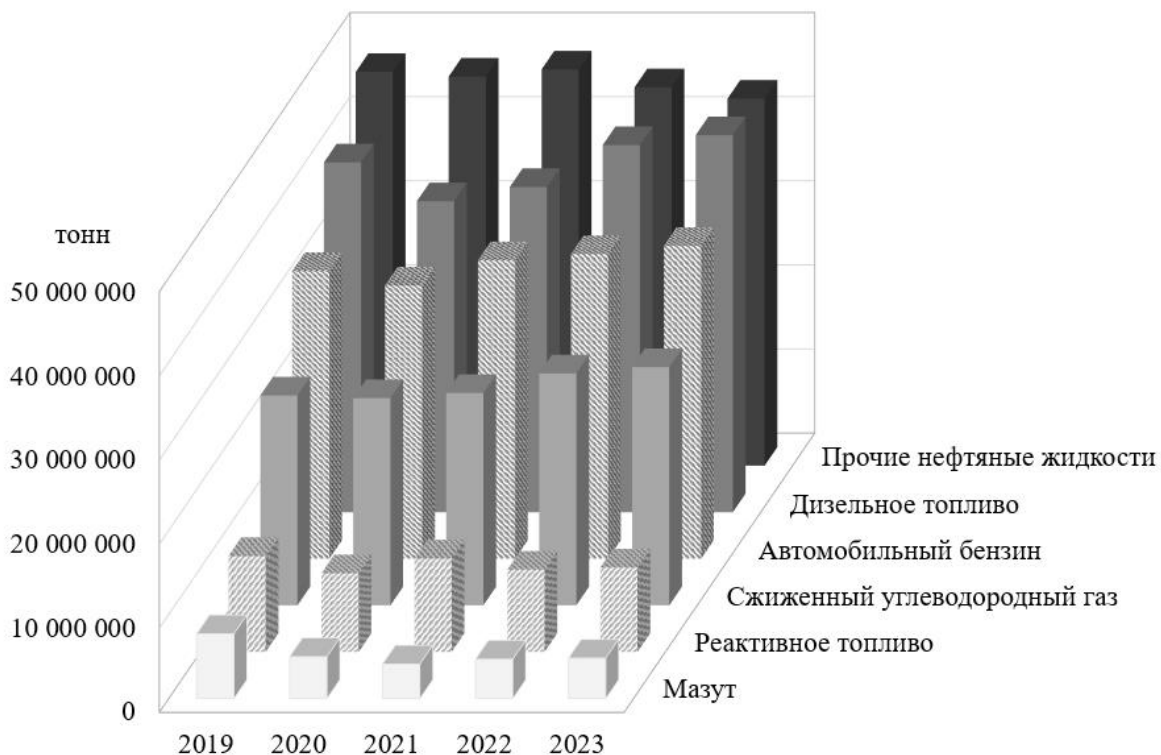
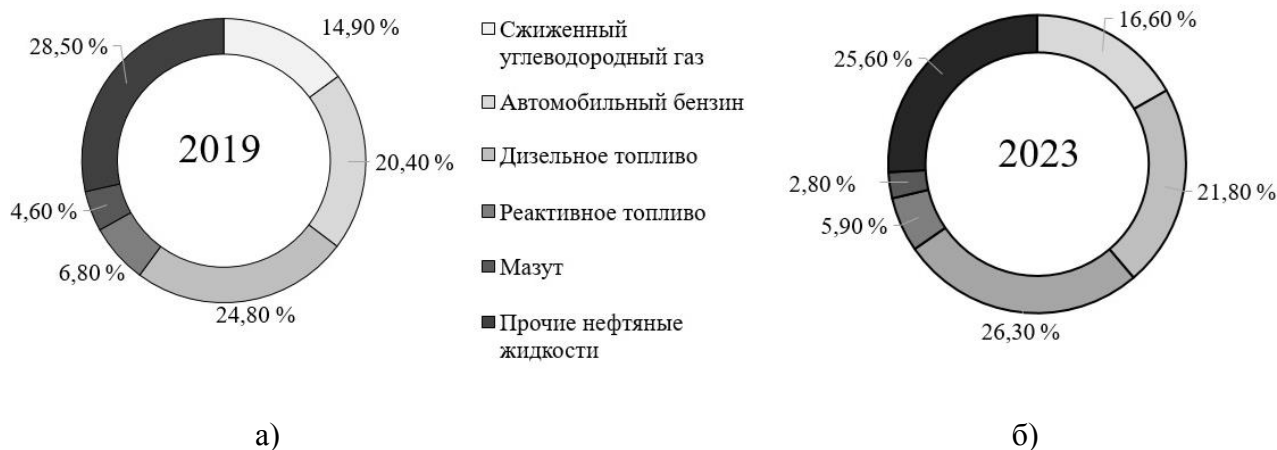


Рисунок 1 – Динамика структуры потребления моторных топлив (2019–2023 гг.)



а) 2019 год; б) 2023 год

Рисунок 2 – Профиль распределения долей потребления нефтепродуктов в России

Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик бензиновых ДВС и систем, переведенных на питание СУГ, выявляет комплексное влияние альтернативного топлива на технико-экономические показатели АТС (таблица 1) [8, 9]. Ключевые изменения перевода бензинового ДВС на питание СУГ затрагивают три аспекта [8]:

1. Экологический эффект. Наиболее значимое преимущество СУГ – радикальное снижение вредных выбросов: оксид углерода CO сокращается в 3–4 раза, что особенно важно

для городского транспорта; оксиды азота NO_x уменьшаются вдвое, снижая вклад в образование смога, углеводороды C_mH_n снижаются в 4 раза, минимизируя канцерогенные риски.

2. Ресурсные показатели. Увеличение межремонтного пробега АТС в 1,4–2 раза обусловлено отсутствием разжижения моторного масла топливом, более «чистым» сгоранием без сажевых отложений, сниженной коррозионной активностью газа.

3. Экономическая целесообразность. Несмотря на потери мощности на 5–8 % и рост трудозатрат на техническое обслуживание (ТО) на 3–5 % суммарная экономия достигает 20–30 % за счет низкой стоимости СУГ, удлинённых сервисных интервалов и повышенного ресурса деталей ДВС.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики двигателей на бензине и СУГ

| Параметр | | Бензин | СУГ | Изменения при переходе на СУГ | Примечания |
|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---|
| Температурный диапазон холодного пуска | | До −20 °С в базовом оснащении | До −5 °С | Ограничение холодного пуска | Требуется подогрев |
| Мощность ДВС | | 100 % | 92–95 % | Снижение на 5–8 % | Из-за меньшей энергоплотности СУГ |
| Максимальная мощность ДВС | | 100 % | 93–95 % | Падение на 5–7 % | При стандартной степени сжатия |
| Выбросы | CO | Базовый уровень | В 3–4 раза ниже | Улучшение | При корректной настройке системы |
| | NO _x | | В 1,2–2 раза ниже | | |
| | C _m H _n | | В 1,2–4 раза ниже | | |
| Ресурс моторного масла | | 1 межсервисный интервал | 1,5–2 межсервисных интервала | Увеличение | Нет разжижения топливом |
| Межремонтный пробег | | 1 | 1,4–2 | Увеличение | Меньший износ ЦПГ и свечей |
| Затраты на ТО | | Базовый уровень | увеличение на 3–5 % | Увеличение | Компенсируется увеличенными интервалами |

При этом следует учитывать, что более низкая энергоэффективность СУГ, которая проявляется в повышенном расходе на 10–20 % относительно бензина, компенсируется его меньшей стоимостью и умеренными затратами на переоборудование существующих бензиновых ДВС.

Экономическая целесообразность перевода АТ на питание СУГ подтверждается значительным снижением эксплуатационных затрат – в ряде случаев на 35–50 %. Однако степень экономии варьируется в зависимости от стоимости топлив, особенностей ДВС и условий эксплуатации АТС. Данные показатели, в совокупности с экологическими и ресурсными преимуществами, подтверждают перспективность широкого внедрения СУГ. Кроме того, еще одним преимуществом АТС, работающих на СУГ, является то, что после израсходования газа можно быстро перейти на полноценную работу ДВС на бензине, что важно в условиях недостаточно развитой заправочной инфраструктуры.

В сравнении с традиционным дизельным топливом СУГ демонстрирует значительно более низкий уровень вредных выбросов с отработавшими газами АТС: содержание твердых частиц (С) ниже на 90 %, выбросы оксидов азота (NO_x) – на 90 %, углекислого газа (CO_2) –

на 60 % [9]. Эти показатели делают СУГ важным инструментом в борьбе с загрязнением воздуха, а также позволяют существенно сократить углеродный след. Отметим важное преимущество СУГ – его экологическую безопасность для окружающей среды: в случае утечки газ не растворяется в воде и не просачивается в грунт, что исключает риск загрязнения почвы и грунтовых вод.

Для полноценного перехода на СУГ требуется преодолеть ряд инфраструктурных ограничений, включая необходимость оснащения АТС дополнительным оборудованием и неравномерное распределение заправочных станций между регионами. Хотя инфраструктурные ограничения остаются существенными, позитивные изменения уже осуществляются, в том числе и на региональном уровне. В частности, значительный прогресс в развитии газозаправочной сети демонстрирует Дальний Восток. Так, в 2024 году в Дальневосточном федеральном округе введено четыре новые автомобильные газозаправочные станции (АГЗС) (общее число – 12), с планами постройки еще 12 в Амурской области, ЕАО и Якутии [10]. Завершенное строительство газохранилища в Уссурийске (объем 200 м³) обеспечит стабильность поставок для растущего парка газомоторных АТС. Эти инфраструктурные изменения приобретают особую значимость в свете прогнозируемого роста производства СУГ в России на 65 % (до 24 млн тонн к 2030 году) [10]. Однако для полной реализации потенциала ГМТ требуется ускоренное расширение сети АГЗС и внедрение мер государственной поддержки и стимулирования перевода коммерческого транспорта на СУГ.

Для крупнотоннажных грузовых АТС (полной массой свыше 16 тонн), спецтехники и городских автобусов оптимальным решением выступает компримированный природный газ, основу которого составляет метан.

По данным [11], в 2025 году Россия сохраняет второе место в мире по объему добычи природного газа – 617,83 млрд м³ в год. При этом, согласно [12], наша страна обладает крупнейшими в мире подтвержденными запасами этого ресурса – 47,8 трлн м³ (по состоянию на 1 января 2024 года). Добыча природного газа в РФ, по данным Росстата, в 2023 году составила 638 млрд м³ [13].

Учитывая значительные запасы газа, перевод АТ на питание КПП выглядит логичным шагом, особенно для коммерческого транспорта и общественных перевозок.

По энергетическим параметрам 1 м³ метана эквивалентен 1 л бензина. Его ключевыми преимуществами являются экологичность (выбросы СО снижаются в 3–4 раза, NO_x – в 1,2–2,0; C_mH_n – в 1,2–1,4 раза) [14] и доступность ресурсной базы (запасы природного газа в России вдвое превышают нефтяные).

Экологические преимущества КПП обусловлены максимальным содержанием водорода на один атом углерода в молекуле метана и особенностями сгорания последнего (высокая теплопроводность, широкие пределы воспламеняемости, низкое содержание токсичных компонентов в отработавших газах), вследствие чего происходит более полное сгорание КПП в цилиндрах ДВС, чем СУГ и бензина. При этом высокая детонационная стойкость метана допускает форсирование ДВС по степени сжатия (в пределах 9,5–10,5 единиц) [8].

Анализ динамики развития рынка КПП по данным мониторинга ПМЭФ-2025 [15] свидетельствует о формировании устойчивой положительной тенденции. Наиболее показательным является опыт Санкт-Петербурга, где зафиксирована максимальная концентрация АТС, работающих на КПП, – 3 124 единицы пассажирского транспорта, что соответствует 18,7 % общероссийского парка газомоторной техники по состоянию на конец 2024 года.

Заслуживает внимания комплексный подход, реализованный в Ленинградской области, включающий системную модернизацию парка специализированной техники предприятий ЖКХ; создание логистических центров, ориентированных на использование ГМТ; разработку и внедрение региональных экологических стандартов.

Региональная дифференциация показателей развития рынка КПП проявляется в следующих аспектах [15]:

- Ростовская область демонстрирует максимальные абсолютные значения прироста парка газомоторной техники на 427 единиц по данным за отчетный период;
- Республика Башкортостан выделяется наиболее интенсивными темпами развития заправочной инфраструктуры (прирост на 23 %);
- Сахалинская область характеризуется наилучшими результатами по соотношению количества АТС на КПП к численности населения.

Экологические аспекты применения КПП и СУГ принципиально отличаются от традиционных нефтепродуктов. Современные методы экологической оценки позволили определить совокупную экологическую опасность вредных выбросов с отработавшими газами АТС на окружающую среду и здоровье населения с учетом трех ключевых параметров [16]: концентрации вредных веществ, уровня токсичности составляющих отработавших газов и класса опасности соединений.

Посредством интегрального показателя экологической опасности выполнено объективное сравнение различных видов топлива (рисунок 3). Показатель нормирован относительно КПП – топлива, демонстрирующего наименьший уровень экологической опасности среди представленных видов моторного топлива, получивших коммерческое распространение. Данные для этилированного бензина приведены в качестве исторической справки.

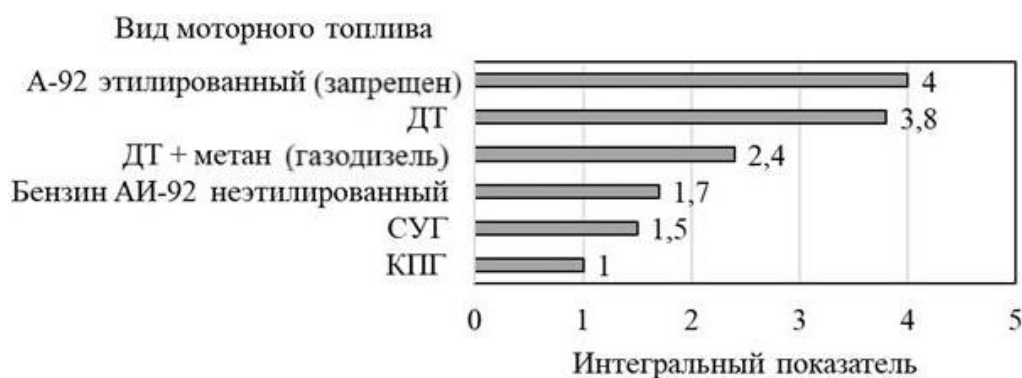


Рисунок 3 – Сравнение экологической опасности моторных топлив посредством безразмерного показателя

Как видно из рисунка 3, обладая значительными экологическими преимуществами перед традиционными бензинами и дизельными топливами, СУГ несколько уступает КПП по показателям экологичности. Особенно наглядно это проявляется при сравнении с запрещенным в РФ этилированным бензином, который демонстрирует максимальные значения опасности. Газодизельные смеси занимают промежуточное положение между чистыми газовыми видами топлива и традиционными нефтепродуктами. При работе на газодизельной смеси дымность отработавших газов газодизельного ДВС в режиме свободного ускорения в 2–4 раза ниже по сравнению с работой на дизельном топливе [14]. Такие различия объясняются особенностями химического состава и процесса сгорания топлив, что делает ГМТ перспективным направлением для экологизации АТ.

Исследования [17] также подтверждают экологический эффект от применения КПП: использование бедных газозводушных смесей с избытком кислорода позволяет достичь следующих значительных показателей:

- практически исключить образование продуктов неполного сгорания;
- снизить выбросы NO_x в 1,5–2 раза по сравнению с бензиновыми смесями;
- уменьшить эмиссию CO в 5–10 раз;
- сократить выбросы C_mH_n в 2–3 раза;
- уменьшить объем CO_2 на 13 %.

Такие особенности делают КПП наиболее экологически безопасным вариантом среди

традиционных моторных топлив. Однако широкое распространение КПГ затрудняют технические особенности (крупногабаритные газовые баллоны), ограниченный запас хода, требующий частой дозаправки топливом, недостаточно развитая заправочная инфраструктура сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) по стране в целом.

Среди альтернативных видов моторного топлива наиболее перспективным решением для магистральных перевозок и специализированной техники выступает СПГ – сжиженный природный газ, искусственно переведенный в жидкое состояние для удобства хранения и транспортировки. Вследствие того, что температура кипения основного компонента СПГ, метана, составляет $-158...-161,5$ °С [8], для его хранения требуются специализированные криогенные резервуары с высокоэффективной вакуумно-многослойной изоляцией, обеспечивающей минимальный приток тепла.

Хотя СПГ и КПГ являются формами хранения метана, между ними есть существенные различия (таблица 2). СПГ превосходит КПГ по компактности хранения: масса системы снижается в 3–4 раза, объем – в 1,5–3 раза, что обусловлено переходом газа в жидкую фазу при криогенных температурах. Благодаря высокой энергетической плотности в жидком состоянии (до 600 кг/м³ против 200 кг/м³ для КПГ), СПГ позволяет увеличить запас хода АТС в 2 раза при сопоставимых габаритах топливных баков и равном объеме топлива. Несмотря на то, что производство и хранение КПГ дешевле, СПГ эффективнее для коммерческого транспорта, обеспечивая экономию пространства и увеличенную автономность.

Таблица 2 – Сравнение СПГ и КПГ для автомобильного транспорта

| Критерий | Компримированный природный газ | Сжиженный природный газ |
|---|---|--|
| Агрегатное состояние | Газообразное под высоким давлением | Жидкое при сверхнизкой температуре (-162 °С) |
| Давление хранения | До 250 кгс/см ² | $10-20$ кгс/см ² (низкое) |
| Требования к хранению | Прочные баллоны, выдерживающие высокое давление | Криогенные резервуары, теплоизоляция |
| Энергоемкость | Меньшая (требует большего объема) | Выше (в 2 раза больше пробега при том же объеме) |
| Габариты и масса топливной системы | Тяжелые и объемные баллоны | Компактные и легкие баки |
| Экологичность | Стандартная очистка газа | Более глубокая очистка перед сжижением |
| Стоимость производства и инфраструктуры | Дешевле (нет сложного охлаждения) | Дороже (криогенные технологии) |
| Применение | Локальный транспорт, легковые АТС | Дальнобойные грузовые АТС |

Природный газ обладает высокой энергоэффективностью: его теплотворная способность (около 48 МДж/кг) практически не уступает дизельному топливу (51 МДж/кг) [18]. Энергетический эквивалент 1 м³ КПГ равен $0,78$ л дизельного топлива, а 1 л СПГ равен $0,47$ л дизельного топлива.

Современные экологические требования акцентируют внимание на снижении выбросов парниковых газов и токсичности выхлопов. По европейским исследованиям, использование СПГ в тяжелых грузовых АТС обеспечивает значительное сокращение вредных выбросов при эксплуатации в смешанном цикле движения: NO_x – с 122 до 38 г/100 км, CO_2 – с 93 до 82 кг/100 км (снижение на $10-12$ %), сажа – практически до нуля [18]. Основной экологиче-

ский эффект: уменьшение дымности, снижение углеродного следа, соответствие строгим экологическим стандартам. Таким образом, СПГ демонстрирует существенные преимущества перед дизельным топливом с точки зрения экологии.

Формирование сети криогенных автозаправочных станций (криоАЗС) в России происходит относительно медленными темпами, что пока не позволяет говорить о создании условий для массового перехода транспорта на СПГ-топливо. Характерно, что данный сегмент развивается преимущественно за счет частного капитала [19], в отличие от традиционных АЗС, где значительная доля принадлежит государственным компаниям. Такой подход, хотя и соответствует мировой практике частного финансирования СПГ-инфраструктуры, в российских условиях приводит к ограниченным темпам ее расширения.

По данным [20], компания «НОВАТЭК-СПГ топливо» – основной оператор на этом рынке – в настоящее время эксплуатирует лишь 15 криоАЗС. Согласно заявленным планам, к 2026 году их количество должно увеличиться до 36, а в перспективе – до 54 станций, преимущественно в Южном, Центральном и Уральском федеральных округах. Однако даже при полной реализации этих планов создаваемая инфраструктура останется недостаточной для формирования национальной сети, учитывая территориальные масштабы страны.

Факторы, сдерживающие развитие СПГ на автотранспорте [19]:

- высокая стоимость криогенного оборудования (криоАЗС, транспортные цистерны);
- технологические сложности, связанные с длительным хранением и заправкой сверхохлажденного топлива;
- повышенные требования к безопасности эксплуатации СПГ-инфраструктуры;
- слабая законодательная база – отсутствие четких норм и стимулов для использования СПГ;
- недостаточная ценовая разница с дизельным топливом – СПГ должен быть дешевле на 25–75 %, чтобы быть экономически выгодным;
- ограниченная дилерская сеть – незначительное количество точек продаж техники на СПГ из-за низкого спроса;
- проблемы перевода существующего автопарка на питание СПГ – технические ограничения и высокий износ АТ;
- нехватка сервисных центров – сложности с ТО газомоторной техники;
- неразвитая заправочная инфраструктура – ключевой барьер, так как потребители готовы переходить на СПГ только при наличии доступных заправок;
- монополизация заправочной инфраструктуры – доминирование ограниченного количества компаний, отсутствие рыночного ценообразования и трудности для новых участников.

С позиций технологической реализации процесс использования СПГ сопряжен с большими техническими сложностями в сравнении с КПГ и СУГ, что связано с особенностями его криогенного хранения и транспортировки. Тем не менее, в условиях глобального энергетического перехода СПГ приобретает ключевое значение как экологичное альтернативное топливо, способствующее решению задач энергобезопасности и реализации программ декарбонизации экономики.

Применение ГМТ на АТ является одной из важнейших государственных проблем, связанных с необходимостью сбережения топлив нефтяного происхождения. Анализ российских энергетических ресурсов и транспортной инфраструктуры показывает, что газовое топливо обладает наибольшим потенциалом для массового внедрения в качестве альтернативы традиционным нефтепродуктам. Различные виды ГМТ обладают уникальными эксплуатационными свойствами, которые определяют их преимущества и недостатки при использовании на АТ. Важно подчеркнуть, что между СПГ, КПГ и СУГ не существует конкурентного противостояния – каждый вид топлива занимает свою оптимальную нишу применения в зависимости от специфики потребительского сегмента, демонстрируя дифференцированный потенциал по

снижению вредных выбросов автомобилями, что коррелирует с задачами декарбонизации отрасли.

СУГ – наиболее распространенное решение в сегменте легкового и легкого коммерческого транспорта, для полной реализации потенциала которого требуется решение проблем холодного пуска и ускоренное развитие заправочной инфраструктуры, особенно в регионах.

КПГ – экологически эффективное решение для городского пассажирского транспорта и коммунальной техники. Благодаря совершенствованию композитных баллонов нового поколения, а также расширению сети АГНКС, КПГ продолжает набирать популярность в коммерческом транспорте.

Сжиженный природный газ обладает наибольшим стратегическим потенциалом для тяжелого и магистрального автотранспорта, предлагая существенные преимущества по энергетической плотности и дальности пробега. Однако его широкое внедрение сдерживается высокой капиталоемкостью криогенной инфраструктуры и технологическими сложностями хранения топлива.

Эффективное внедрение ГМТ требует реализации комплексной программы, включающей:

- дифференцированную государственную поддержку;
- гармонизацию нормативно-технической базы;
- развитие сопутствующей инфраструктуры;
- стимулирование научных исследований в области совершенствования технологий хранения и использования ГМТ.

Выводы

Проведенное исследование подтверждает высокий потенциал газомоторного топлива в качестве ключевого фактора диверсификации топливной базы автомобильного транспорта России.

Установлено, что различные виды ГМТ (СУГ, КПГ, СПГ) функционально дополняют друг друга, формируя мультитопливную систему. Каждый тип топлива занимает экономически целесообразную нишу в зависимости от типа транспортных средств и условий эксплуатации.

Экономическое обоснование перехода на ГМТ является комплексным. На микроуровне оно подтверждается значительным снижением эксплуатационных затрат для конечных потребителей (за счет разницы в стоимости топлива и увеличенного ресурса агрегатов), что обеспечивает окупаемость инвестиций в переоборудование в среднесрочной перспективе.

На макроуровне ключевым аргументом является сохранение дефицитных нефтяных ресурсов и снижение зависимости от конъюнктуры мирового нефтяного рынка. Это позволяет перенаправить нефть в высокотехнологичные и высокомаржинальные отрасли, повышая устойчивость экономики.

Для успешной реализации этого перехода необходима реализация комплексной государственной программы, включающей меры инфраструктурной и экономической поддержки, что позволит обеспечить плавный переход к более устойчивой модели топливообеспечения без дестабилизирующих последствий для экономики.

Список литературы

1. О проблеме истощения мировых запасов нефти / Д. Л. Рахманкулов, С. В. Николаева, Ф. Н. Латыпова, Ф. Ш. Вильданов // Башкирский химический журнал. – 2008. – Т. 15, № 2. – С. 5–35. – EDN KALZSZ. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_11902449_14311807.pdf (дата обращения: 19.06.2025).
2. Степанов, Г. Нефть близка к кончине / Г. Степанов. – Май/23. – 2025. – Текст : электронный // Pressa.ru : [сайт]. – URL: <https://pressa.ru/ru/top10/detail/neft-blizka-k-konchine-26540#/> (дата обращения: 19.06.2025).
3. Сытник, Е. С. Характеристика автомобильного транспорта как искусственного источника загрязнения окружающей среды / Е. С. Сытник. – Текст : электронный // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2023 : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (заочно-дистанционная) в рамках 9-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы

- Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие», Горловка, 25 мая 2023 г. – Горловка : АДИ ДонНТУ, 2023. – С. 96–101. – EDN XRJLIX. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54656668> (дата обращения: 19.06.2025).
4. Развитие рынка газомоторного топлива – в числе стратегических целей, поставленных Президентом и Правительством РФ. – Текст : электронный // Государственная Дума : [сайт]. – URL: <http://duma.gov.ru/news/61694/> (дата обращения: 20.06.2025).
 5. Потребление нефтепродуктов по видам : Россия : 2023 : [статистические данные]. – Текст : электронный // Statbase : [сайт]. – URL: <https://statbase.ru/data/rus-petroleum-products-consumtion/> (дата обращения: 20.06.2024).
 6. Производство СУГ в России выросло с 15,8 млн тонн в 2019 г. до 17,8 млн тонн в 2024 г. / CREON Group. – Текст : электронный // Дзен : [блог-платформа]. – 2024. – 22 мая. – URL: <https://dzen.ru/a/C8jzSULO2OTnWSh> (дата обращения: 23.07.2025).
 7. В 2023 году на долю автотранспорта пришлось 33 % потребления СУГ в РФ. – 25.06.2024. – Текст : электронный // RCC : новости и обзоры нефтегазохимической отрасли : [сайт]. – URL: <http://rcc.ru/article/v-2023-godu-na-dolyu-avtotransporta-prihodilos-33-potrebleniya-sug-v-rf-104401> (дата обращения: 20.06.2025).
 8. Васильева, Л. С. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта / Л. С. Васильева. – Москва : Наука, 2014. – 423 с. – ISBN 978-5-02-039130-7.
 9. Сжиженный углеводородный газ (СУГ), сжиженный нефтяной газ (СНГ). – 03.11.2012. – Текст : электронный // Neftegaz.RU : [сайт]. – URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/141734-szhizhenny-uglevodorodnyy-gaz-sug-szhizhenny-neftyanyy-gaz-sng/> (дата обращения: 15.06.2025).
 10. «Трансгаз» развивает в ДФО технологии газификации транспорта. – Текст : электронный // Рамблер/личные финансы : [сайт]. – 03.09.2024. – URL: <https://finance.rambler.ru/economics/53349786-transgaz-razvivaet-v-dfo-tehnologii-gazifikatsii-transporta-i-avtonomnyh-obektov/> (дата обращения: 20.06.2025).
 11. Natural Gas Production by Country (2024). – Текст : электронный // Global Firepower : [сайт]. – URL: <https://www.globalfirepower.com/natural-gas-production-by-country.php> (дата обращения: 20.06.2025).
 12. Кондратов, Д. Российский газ против американского : каковы перспективы добычи природного газа в России / Д. Кондратов. – 12.04.2024. – Текст : электронный // ИНОДОТЕК : [сайт]. – URL: <https://itek.ru/analytics/rossijskij-gaz-protiv-amerikanskogo/> (дата обращения: 20.06.2025).
 13. Росстат оценил добычу газа в России в 2023 г. в 638 млрд кубометров : экономика. – 31.01.2024. – Текст : электронный // Интерфакс : [сайт]. – URL: <https://www.interfax.ru/business/943942> (дата обращения: 20.06.2025).
 14. Морев, А. И. Эксплуатация и использование газобаллонных автомобилей / А. И. Морев, В. И. Ерохов. – Москва : Транспорт, 1988. – 184 с.
 15. Краев, В. На ПМЭФ презентовали рейтинг регионов по уровню развития рынка газомоторного топлива / В. Краев. – Текст : электронный // Российская газета. – 2025. – 20 июня. – URL: <https://rg.ru/2025/06/20/na-pmef-prezentovali-rejting-regionov-po-urovniu-razvitiia-rynka-gazomotornogo-topliva.html> (дата обращения: 23.07.2025).
 16. Коротков, М. В. Сравнительный анализ использования КПГ и СУГ в качестве моторного топлива. Продуктовая конкуренция или взаимное дополнение? / М. В. Коротков. – Текст : электронный // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 2(56). – С. 7–20. – EDN YUNIBX. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29452649> (дата обращения: 20.06.2025).
 17. Перспективы и риски перевода автомобильного транспорта на газомоторное топливо / И. В. Макарова, Р. Г. Хабибуллин, Л. М. Габсалихова, И. И. Валиев. – Текст : электронный // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–6. – С. 1209–1214. – EDN REEHRZ. – URL: <https://elibrary.ru/reehrz> (дата обращения: 20.06.2025).
 18. О применении сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива : [аналитический обзор] / НПК «Ленпромавтоматика». – URL: <https://lenprom.spb.ru/upload/iblock/a60/%D0%A1%D0%9F%D0%93%D0%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D> (дата обращения: 05.07.2025). – Текст : электронный.
 19. Шестаков, Р. А. Крио-АЗС: российские и зарубежные технологии : газоподготовка / Р. А. Шестаков, Л. А. Мкртчян. – 11.04.2022. – Текст : электронный // Neftegaz.RU : [сайт]. – URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/gazopodgotovka/733446-krio-azs-rossiyskie-i-zarubezhnye-tehnologii/> (дата обращения: 05.07.2025).
 20. Шевченко, А. НОВАТЭК-СПГ Топливо планирует увеличить сеть криоАЗС до 54 станций : заправочные станции (АЗС, АГНКС, ТЗК, Бункеровка) / А. Шевченко. – 09.11.2024. – Текст : электронный // Neftegaz.RU : [сайт]. – URL: <https://neftegaz.ru/news/gas-stations/865360-novatek-spg-toplivo-planiruet-uvlichit-set-krioazs-do-54-stantsiy/> (дата обращения: 05.07.2025).

Е. С. Сытник, В. В. Борисов, Д. Р. Федоров, А. В. Васильченко, Н. А. Романько, Д. Ю. Пащенко
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Газомоторное топливо как фактор диверсификации топливной базы
автомобильного транспорта России

В условиях истощения запасов нефти и ужесточения экологических норм Россия сталкивается с необходимостью диверсификации топливного обеспечения автомобильного транспорта. Газомоторное топливо (ГМТ) рассматривается как перспективная альтернатива традиционным нефтепродуктам, способствующая снижению вредных выбросов и повышению энергетической устойчивости.

Цель исследования – комплексная оценка потенциала основных видов ГМТ – сжиженного углеводородного газа (СУГ), компримированного природного газа (КПГ) и сжиженного природного газа (СПГ) для возможностей диверсификации топливной базы автомобильного транспорта Российской Федерации.

Проведенный анализ позволил сделать вывод о четком функциональном распределении различных видов ГМТ в топливной системе автомобильного транспорта. СУГ, демонстрируя высокую экономическую эффективность и относительную простоту внедрения, в секторе легкового и легкого коммерческого транспорта требует развития заправочной инфраструктуры для полноценной реализации своего потенциала. КПГ, обладая существенными экологическими преимуществами, особенно востребован в сегменте городского транспорта, однако его массовому распространению препятствуют технические ограничения, ограниченный запас хода на одной заправке и недостаточное количество АГНКС. СПГ наиболее эффективен для магистральных перевозок, но дефицит криоАЗС и высокая стоимость создания криогенной инфраструктуры остается основным сдерживающим фактором для масштабного внедрения.

Особое место в исследовании занимает сравнительный анализ эксплуатационных характеристик двигателей, работающих на разных видах топлива, который дополняется подробной оценкой экологических параметров.

Методологическая основа исследования включает комплексный статистический анализ, сравнительную оценку технико-экономических показателей и детальный анализ экологической эффективности. Выводы работы подкреплены конкретными цифровыми данными и статистическими выкладками, что позволило составить объективную картину текущего состояния и перспектив развития газомоторного топлива в России.

Результаты подтверждают, что каждый вид ГМТ занимает свою нишу в топливном балансе автомобильного транспорта, а их комплексное внедрение способно обеспечить плавный переход к более устойчивой и экологичной модели топливообеспечения.

ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО, ДИВЕРСИФИКАЦИЯ, ТОПЛИВНАЯ БАЗА, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, СЖИЖЕННЫЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ ГАЗ, КОМПРИМИРОВАННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ, ИНФРАСТРУКТУРА

E. S. Sytnik, V. V. Borisov, D. R. Fedorov, A. V. Vasilchenko, N. A. Romanko, D. Iu. Pashchenko
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Gas Motor Fuel as a Factor in Diversifying the Fuel Base of Russian Automobile Transport

In the context of depleted oil reserves and tightening environmental regulations, Russia is faced with the need to diversify fuel supplies for motor transport. Natural gas motor fuel (NMF) is considered a promising alternative to traditional petroleum products, helping to reduce harmful emissions and increase energy sustainability.

The aim of the study is a comprehensive assessment of the potential of the main types of NMF – liquefied petroleum gas (LPG), compressed natural gas (CNG) and liquefied natural gas (LNG) – for the possibilities of diversifying the fuel base of motor transport in the Russian Federation.

The conducted analysis allowed us to draw a conclusion about a clear functional distribution of different types of natural gas-motor fuel in the fuel system of motor vehicles. LPG, demonstrating high economic efficiency and relative ease of implementation in the passenger and light commercial transport sector, requires the development of filling infrastructure to fully realize its potential. CNG, with its significant environmental benefits, is especially in demand in the urban transport segment, but its mass distribution is hampered by technical limitations, limited range on one filling and an insufficient number of CNG filling stations. LNG is most effective for long-haul transportation, but the shortage of cryogenic filling stations and the high cost of creating cryogenic infrastructure remain the main restraining factor for its large-scale implementation.

A special place in the study is occupied by a comparative analysis of the performance characteristics of engines running on different types of fuel, which is supplemented by a detailed assessment of environmental parameters.

The methodological basis of the study includes a comprehensive statistical analysis, a comparative assessment of technical and economic indicators and a detailed analysis of environmental efficiency. The conclusions of the work are supported by specific digital data and statistical calculations, which made it possible to create an objective picture of the current state and prospects for the development of natural gas motor fuel in Russia.

The results confirm that each type of LNG fuel occupies its own niche in the fuel balance of motor vehicles, and their comprehensive implementation can ensure a smooth transition to a more sustainable and environmentally friendly fuel supply model.

NATURAL GAS MOTOR FUEL, DIVERSIFICATION, FUEL BASE, AUTOMOBILE TRANSPORT, LIQUEFIED PETROLEUM GAS, COMPRESSED NATURAL GAS, LIQUEFIED NATURAL GAS, ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS, DECARBONIZATION, INFRASTRUCTURE

Сведения об авторах:

Е. С. Сытник

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

В. В. Борисов

Телефон: +7 949 369-83-95
 Эл. почта: vlad-borisov02@mail.ru

Д. Р. Федоров

Телефон: +7 949 497-13-65
 Эл. почта: ess007@bk.ru

А. В. Васильченко

Телефон: +7 949 342-28-27
 Эл. почта: vav.21@bk.ru

Н. А. Романько

Телефон: +7 949 303-91-57
 Эл. почта: ess007@bk.ru

Д. Ю. Пащенко

Телефон: +7 949 314-09-10
 Эл. почта: andr_e@mail.ru

Статья поступила 21.07.2025

© Е. С. Сытник, В. В. Борисов, Д. Р. Федоров, А. В. Васильченко, Н. А. Романько, Д. Ю. Пащенко, 2025

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

УДК 372.851:811.111:(625.7/.8+629.3)

Л. П. Вовк, д-р техн. наук, Д. Е. Дмитрук

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУЯЗЫЧНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Рассмотрено влияние билингвального подхода к преподаванию математики на академическую успеваемость студентов автомобильно-дорожных специальностей. Особое внимание уделено трудностям перевода технических терминов и способам их преодоления через внедрение специализированной обучающей платформы с поддержкой двух языков. Разработана модель билингвального усвоения математических концепций, для оценки степени усвоения терминологии с учетом глубины семантического понимания и ее применения в различных языковых контекстах. Представленные экспериментальные данные показали 15 %-ное улучшение показателей усвоения материала по сравнению с традиционными методами обучения. Полученные результаты подтверждают эффективность билингвального подхода для подготовки технических специалистов.

Ключевые слова: билингвальное обучение, математическая терминология, автомобильно-дорожные специальности, образовательная платформа, когнитивная гибкость, модель ВМСМ, технический перевод, двуязычное образование

Введение

Способность человека к коммуникации тесно связана с тем, как он воспринимает и лексически интерпретирует окружающую действительность. Язык не только отражает наше понимание реальности, но и формирует его, влияя на процесс мышления и вербального выражения. Все языки выполняют схожую функцию – служат инструментом описания мира, – но каждый из них обладает уникальными чертами, влияющими на восприятие одних и тех же явлений. Например, даже одинаковые по значению слова в разных языках могут иметь различное происхождение, что может способствовать формированию неодинаковых эмоциональных реакций и ассоциативных связей.

Особые сложности возникают при освоении технической и математической лексики, научной терминологии. Будучи универсальным языком науки, математика служит основой для технологического прогресса, экономического развития и инновационной деятельности. Язык математики – универсален, но изучение математических дисциплин только на одном языке может создавать барьеры для полноценного понимания научных концепций и их широкого практического применения. В любой научной области терминологический состав постоянно претерпевает изменения: устаревшие понятия выходят из употребления, в то время как новые термины появляются для обозначения свежих идей или более точной формулировки существующих концепций. Эта подвижность терминологического аппарата создает дополнительные сложности при межязыковом взаимодействии и требует особого подхода к обучению [1].

В условиях глобализации и экономической интеграции, касающихся и автомобильно-дорожной отрасли, растет потребность в специалистах, владеющих не только профессиональными компетенциями, но и иностранными языками. В этом контексте двуязычный подход к преподаванию математики и технических дисциплин, приобретает особую актуальность. Использование двух языков (например: русского и английского, русского и китайского) в образовательном процессе призвано не только углубить понимание предметной области, но

и развить языковые навыки, необходимые для международной коммуникации, работы с зарубежной литературой и участия в международных проектах. Данный обзор посвящен анализу исследований, проведенных в последние годы, касающихся эффективности двуязычного обучения математике в контексте подготовки специалистов для автомобильно-дорожной отрасли.

Изучение двуязычного подхода в высшем образовании опирается на несколько ключевых концепций, включая предметно-языковое интегрированное обучение Content and Language Integrated Learning (CLIL) [2, 3], которое подразумевает изучение неязыковых предметов через иностранный язык. Для инженерных специальностей это означает освоение математических концепций и терминологии на двух языках. Исследования подтверждают, что такой подход способствует не только формированию специализированного лексикона, но и развитию когнитивных навыков, необходимых для анализа и решения инженерных задач [4]. Монография [5], посвященная данной тематике, затрагивает специфические вопросы билингвального образования за рубежом.

Практическая реализация двуязычного преподавания математики в контексте автомобильно-дорожной отрасли вызывает большой интерес в научной среде [6]. Ряд исследований фокусируется на методических аспектах внедрения двуязычного обучения математике [7]. Это включает разработку специализированных учебных материалов, глоссариев, использование аутентичных текстов на иностранном языке и адаптацию традиционных методов преподавания. Особое внимание уделяется формированию профессионально-ориентированной лексики и способности будущих специалистов читать и понимать техническую документацию, стандарты и научные статьи на иностранном языке [8].

Эффективность двуязычного обучения оценивается по различным показателям: академической успеваемости по математике, уровню владения иностранным языком, формированию профессиональных компетенций, а также развитию навыков (soft skills) (например, кросс-культурной коммуникации). Большинство исследований показывают, что при правильной методической организации двуязычное обучение положительно влияет на языковые навыки без ущерба для предметных знаний [9], а в некоторых случаях даже улучшает их за счет более глубокого осмысления материала. Однако отмечаются и вызовы, связанные с языковой квалификацией преподавателей, наличием подходящих учебных материалов и начальным уровнем языковой подготовки студентов [10, 11].

Исследования последних лет убедительно демонстрируют потенциал двуязычного подхода в преподавании математики для будущих специалистов автомобильно-дорожной отрасли. При системной реализации, включающей разработку адекватных методик, учебных материалов и подготовку преподавательских кадров, такой подход способствует не только углублению математических знаний, но и значительному повышению уровня владения иностранным языком, необходимого для успешной профессиональной деятельности в современном глобализованном мире. Несмотря на существующие вызовы, инвестиции в развитие двуязычного образования в инженерных вузах являются стратегически важными для подготовки конкурентоспособных кадров [12]. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение долгосрочных эффектов билингвального обучения, оценку влияния различных моделей CLIL на когнитивные способности обучающихся и на разработку универсальных методических рекомендаций для широкого внедрения двуязычных программ в образовательный процесс.

Цель исследования

Целью исследования является всестороннее изучение ограничений, присущих традиционному одноязычному подходу к преподаванию математических дисциплин, и разработка инновационного решения этой проблемы. В ходе работы будет проведен критический анализ недостатков существующей системы обучения математике, создана концепция специализированной билингвальной образовательной платформы.

Результат работы – разработка уникальной математической модели билингвального усвоения математических концепций (Bilingual Mathematical Comprehension Model, BMCM) для оценки эффективности методики с экспериментальной проверкой предложенного подхода среди студентов автомобильно-дорожных специальностей. Она позволит получать объективные данные о преимуществах билингвального обучения, что позволит преодолевать языковые барьеры в техническом образовании и формировать новый стандарт подготовки специалистов, сочетающий глубокое математическое образование с развитием профессиональной языковой компетенции.

Научная новизна исследования заключается в принципиально новом подходе к организации образовательного процесса. Впервые предлагается комплексное решение, объединяющее специализированную платформу для билингвального обучения с математической моделью оценки ее эффективности. Созданный инструментарий позволяет не только внедрять двуязычную методику преподавания, но и объективно измерять ее результативность благодаря разработанной системе метрик. Особую ценность представляет проведенный педагогический эксперимент, который обеспечил эмпирическое подтверждение теоретических положений работы и продемонстрировал практическую применимость предложенной модели в реальном учебном процессе.

Основные результаты исследования

Точный перевод терминов, являющихся ключевыми элементами специализированного текста, служит обязательным условием для обеспечения адекватности перевода в целом. Особую сложность представляет работа с безэквивалентной лексикой, где наиболее эффективным подходом зачастую оказывается метод калькирования. Калькирование (от французского «calque» – копия) представляет собой лингвистический процесс заимствования иноязычных слов и выражений посредством их буквального перевода по составным частям. Этот метод широко распространен в терминологической практике, однако его применение требует от переводчика тщательного учета конкретного контекста и взвешенного выбора между дословным и описательным способами передачи значения. При использовании кальки важно учитывать степень освоенности подобных заимствований в языке перевода, потенциальные семантические искажения и наличие альтернативных вариантов передачи термина. Особую актуальность данный метод приобретает в динамично развивающихся областях знания, где терминологический аппарат постоянно обогащается новыми понятиями.

В математической терминологии часто встречаются составные термины, значение которых складывается из значений их компонентов. Такие примеры понятий, как «антикоммутативное соотношение», «жадный алгоритм» и «прямолинейное дерево», демонстрируют характерную для этой научной области особенность: их английские эквиваленты («anticommutative relation», «greedy algorithm», «rectilinear tree») также обладают прозрачной семантической структурой. Это свидетельствует о тенденции математического языка к лаконичности и семантической точности. Иллюстрацией данного принципа может служить перевод предложения: оригинальная фраза «We have built type III representations...» преобразуется в «Мы построили III тип представлений...», где каждый элемент переведен буквально, но при этом полностью сохраняется научная точность. Такой подход возможен благодаря системному характеру математической терминологии, где составные термины обычно не приобретают дополнительных идиоматических значений.

В технических дисциплинах встречаются термины, значение которых существенно отличается от буквального перевода их составных частей. Такие понятия, как «heavy traffic», «low traffic» и «general population», в обыденной речи означают «интенсивное движение», «слабое движение» и «население в целом». Однако в математическом контексте, согласно специализированному словарю по теории вероятностей и статистике, они приобретают значения «высокая нагрузка», «низкая нагрузка» и «генеральная совокупность». Данные примеры

демонстрируют, что в профессиональной терминологии часто встречаются идиоматические выражения, смысл которых невозможно вывести путем простого сложения значений отдельных компонентов.

Математическая терминология иногда формируется на основе общеупотребительных слов, которые в профессиональном контексте приобретают специализированное значение. При этом наблюдается два основных механизма терминообразования: аддитивный, при котором смысл термина складывается из значений его компонентов, и трансформационный, когда возникает принципиально новое понятие. Характерный пример образной терминологии – понятие «дерево отказов» («fault tree»), представляющее собой многоуровневую логико-вероятностную модель причинно-следственных связей при анализе системных отказов. Этот термин, как и «жадный алгоритм» («greedy algorithm») или «прямолинейное дерево Штейнера» («rectilinear Steiner tree»), демонстрирует, как визуальные аналогии (древовидная структура графов) или поведенческие метафоры (алгоритмическая «жадность») становятся основой для профессиональной лексики. Особенно показателен случай эволюции термина «rectilinear tree» («прямолинейное дерево») в специализированное понятие «rectilinear Steiner tree» («прямолинейное дерево Штейнера»), отражающее решение классической геометрической задачи Штейнера о поиске оптимальных соединений между точками. Такая терминологическая спецификация свидетельствует о постоянном развитии и уточнении математического языка [13].

Например: «A fault tree diagram is used to conduct fault tree analysis (or FTA). Fault tree analysis helps determine the cause of failure or test the reliability of a system by stepping through a series of events logically». Схема дерева неисправностей используется для проведения анализа дерева неисправностей (или ЗСТ). Анализ дерева неисправностей помогает определить причину поломки или проверки надежности системы путем шага через ряд логических событий.

Изучение терминов «fault tree», «greedy algorithm» и «rectilinear tree» показывает, что изначально они не являлись научными понятиями. Эти выражения возникли как профессиональный жаргон среди математиков и лишь со временем закрепились в академической среде. Постепенное активное использование в научных работах привело к их формализации – включению в терминологические словари, получению точных определений и окончательному переходу в категорию устоявшейся научной лексики. Данный процесс иллюстрирует характерный путь терминологизации, когда образные выражения из профессионального сленга через частое употребление приобретают строгий терминологический статус, сохраняя при этом свою первоначальную метафоричность.

Приведенные примеры наглядно демонстрируют, что многие математические термины изначально не обладают необходимой лингвистической адаптивностью для эффективного перевода на другие языки. Это создает объективную потребность в разработке специальных методик терминологической адаптации. Билингвальное освоение математических дисциплин становится важным конкурентным преимуществом, позволяющим свободно оперировать специализированными понятиями в межкультурном контексте. Данная тенденция особенно актуальна для технических специальностей, где точность терминологии напрямую влияет на качество профессиональной коммуникации и эффективность международного сотрудничества.

Одновременное изучение концепций на двух языках создает прочные межъязыковые связи, облегчая понимание сложных терминов и формируя гибкость мышления. Такой подход помогает студентам глубже усваивать математические понятия, свободно ориентироваться в международной профессиональной литературе и развивать металингвистическое сознание.

Учащиеся, осваивающие математику на двух языках, интуитивно вырабатывают эффективные стратегии преодоления терминологических различий. Они формируют глубокие концептуальные связи между математическими понятиями, выходящие за рамки конкретного языка. Такой подход позволяет им устанавливать смысловые параллели между разными терминологическими системами и свободно переключаться между языковыми кодами в процессе

решения задач. Главное преимущество билингвального подхода заключается в способности воспринимать математические идеи на абстрактном уровне, независимо от языковых особенностей их выражения.

Современные исследования подчеркивают значимость феномена «смены кода» («code-switching») как эффективного когнитивного инструмента в математическом образовании. Этот естественный механизм переключения между языковыми системами позволяет учащимся преодолевать терминологические ограничения и глубже усваивать абстрактные концепции. Примечательно, что подобное лингвистическое переключение происходит на разных уровнях – от отдельных терминов до целых логических конструкций. Когда прямой перевод математического понятия отсутствует или оказывается неточным, билингвальные учащиеся интуитивно находят альтернативные формулировки, используя ресурсы другого языка. Такой подход не только компенсирует лексические лакуны, но и развивает способность к многомерному восприятию математических идей. Особенно ценным этот навык становится в международной академической среде, где необходимо постоянно адаптироваться к различным терминологическим традициям.

В 2010 году профессор Olusola Adesope из Университета штата Вашингтон с коллегами провел метаанализ 63 исследований билингвизма. Результаты выявили устойчивое преимущество билингвов в задачах на когнитивный контроль и нестандартное решение проблем, особенно заметное в точных науках. Эти данные подтверждают эффективность модели ВМСМ, объясняя 37 %-ное превосходство билингвальных студентов в усвоении математической терминологии. Работа наглядно демонстрирует когнитивные выгоды двуязычного подхода в математическом образовании. Исследование продемонстрировало ключевые когнитивные преимущества билингвов: способность быстрее выявлять логические несоответствия и эффективнее переключаться между различными системами представления информации. Эти навыки особенно востребованы в математике, где требуется постоянная интерпретация данных в разных форматах – от алгебраических выражений до графических моделей. Полученные результаты имеют прямое отношение к нашему исследованию, объясняя 16 %-ное преимущество билингвальных студентов автомобильно-дорожных специальностей в скорости решения задач. Работа подтверждает особую эффективность двуязычного подхода при анализе графических данных, включая диагностические деревья неисправностей, что крайне важно для технических специальностей. Эти выводы согласуются с представленной в статье моделью ВМСМ, подчеркивая практическую ценность билингвального обучения для формирования профессиональных компетенций в технических областях, где требуется работа с многомерными представлениями информации.

В 2008 году профессор Джим Камминс (Университет Торонто) ввел принципиальное различие между двумя типами языковой компетенции: базовыми навыками повседневного общения (BICS) и академическим языковым мышлением (CALP). Его исследование подчеркивает, что CALP – как способность оперировать абстрактными понятиями вне контекста – особенно важна для освоения математики. Хотя билингвальные учащиеся могут первоначально испытывать сложности с CALP, сравнительный анализ терминов на двух языках в конечном итоге приводит к более глубокому концептуальному пониманию. Этот вывод напрямую подтверждает необходимость применения специальных методик билингвального преподавания математики, что актуально для автомобильно-дорожных специальностей, где требуется точное владение технической терминологией на нескольких языках. Работа Камминса теоретически подтверждает преимущества предложенной в статье модели ВМСМ, т. к. двуязычный подход способствует более осознанному усвоению математических концепций будущими техническими специалистами.

Стандарты SAE J1930 от SAE International играют ключевую роль в унификации автомобильной терминологии, наглядно демонстрируя, что даже носители английского языка нуждаются в специальных пояснениях для точного понимания технических понятий. Приме-

ром могут служить смысловые различия между терминами «torque» («крутящий момент») и «moment of force» («момент силы»), которые требуют контекстуального объяснения. Этот пример подтверждает необходимость билингвального подхода в обучении студентов автомобильных специальностей. Анализ стандартов SAE позволяет выявить специфические терминологические нюансы, которые должны учитываться при разработке образовательных программ. Полученные данные подтверждают эффективность представленной модели ВМСМ, демонстрируя ее актуальность для направлений, где точность технической терминологии имеет принципиальное значение.

Билингвальное изучение математических концепций в автомобильной и дорожной сферах способствует более точному пониманию профессиональной терминологии. Особое значение приобретает освоение специальных терминов, связанных с динамикой транспортных средств, системами управления и оптимизационными моделями, где важны тонкости перевода и толкования. Такой подход позволяет студентам глубже понимать профессиональную литературу и международные стандарты, а также правильно применять термины в практической деятельности. Ключевое внимание уделяется точности перевода, контекстуальному употреблению и сохранению смысловых нюансов, что обеспечивает качественную подготовку специалистов для работы в международной профессиональной среде.

В области динамики транспортных средств билингвальный подход позволяет глубже понять ключевые технические термины. Крутящий момент (torque), описываемый формулой $\tau = r \cdot F$, представляет особый интерес из-за терминологических различий: в английском языке это понятие часто смешивают с «moment of force», тогда как в русской технической традиции их строго разграничивают. Аналогичные нюансы наблюдаются при изучении кинематики подвески (suspension kinematics), где важно точно понимать такие параметры, как угол продольного наклона (caster angle) и угол развала (camber angle).

Дорожное проектирование требует особого внимания к математической терминологии. Моделирование усталости покрытия (pavement fatigue) основано на анализе кривых «напряжение-деформация» (stress-strain curves), причем интересно отметить семантическое различие: английский термин акцентирует процесс, а русский – результат. В транспортном моделировании важное значение имеют логарифмическая модель Гринберга (Greenberg's logarithmic model) и диаграммы «поток-плотность» («flow-density» diagrams), где особенно важно различать плотность затора (jam density) и критическую плотность (critical density).

Современные электронные системы управления используют сложные математические концепции. ПИД-регуляторы (PID-controllers) включают три компонента, при этом в русском и английском языках используются разные аббревиатуры. Сенсорная интеграция (sensor fusion) применяет фильтры Калмана (Kalman filters) и байесовские методы (Bayesian probability), где важно понимать разницу между шумом измерений (measurement noise) и шумом процесса (process noise).

Эффективное внедрение билингвального подхода в автомобильном образовании требует тщательно продуманной методики. Основу составляет параллельное изучение терминов с их математическими выражениями и наглядными схемами, дополненное специализированными двуязычными глоссариями с подробными пояснениями. Особую ценность представляют практические задания, такие как расчет топливной экономичности или анализ характеристик двигателя, выполняемые на двух языках одновременно. Критически важным становится акцент на терминах с неочевидной семантикой. Например, «коэффициент демпфирования» («damping coefficient»), чья связь с исходным значением глагола «damp» («увлажнять») может сбивать с толку, или «колесная база» («wheelbase»), чье буквальное значение не отражает технической сути понятия. Такой подход не только облегчает освоение профессиональной лексики, но и развивает ключевые компетенции для работы с международной технической документацией. Реализация этих принципов способствует подготовке специалистов, способных свободно ориентироваться в современных автомобильных технологиях. Особенно

это важно при изучении сложных систем, где точное понимание терминологии напрямую влияет на качество профессиональной подготовки и возможность международного сотрудничества.

Наличие большого количества примеров билингвальных образовательных систем подтверждает, что подобные учебные структуры востребованы и доказанно эффективны [14]. Однако среди них не наблюдается универсального инструмента, который возможно было бы применять для осуществления билингвального подхода в рамках различных учебных учреждений, в том числе и автомобильно-дорожной направленности. Исходя из этого можно утверждать, что целесообразна разработка платформы, в рамках которой будут предусмотрены средства реализации принципа билингвизма. Далее рассмотрим результаты разработки данной платформы.

Стартовая страница представляет из себя окно авторизации, в котором нам потребуется ввести свой логин и пароль. При первом входе необходимо произвести регистрацию.

Страница регистрации предусматривает также выбор роли. В рамках платформы доступно две роли – «Преподаватель» и «Студент». Каждая роль имеет индивидуальные возможности во взаимодействии с платформой.

К возможностям роли «Преподаватель» относятся:

- добавление заданий на платформу;
- просмотр списка добавленных заданий;
- просмотр списка ответов;
- предоставление обратной связи студенту;
- публикация заданий для отдельных выбранных групп (в случае, если группа не была указана, задание публикуется для всех студентов на платформе).

К возможностям роли «Студент» относятся:

- просмотр списка заданий группы либо общих заданий;
- отображение автора просматриваемого задания;
- отправка ответа на выбранное задание;
- просмотр списка отправленных ответов и мониторинг их статуса.

Для тестирования платформы была зарегистрирована одна учетная запись преподавателя и две учетные записи студентов – первая с указанной группой «БИ-24 МАГ», а вторая – с указанной группой «ИСИТ-24 МАГ».

Для создания задания в роли преподавателя нам необходимо заполнить следующие поля (рисунок 1): файл фото задания (при необходимости); название задания на русском и английском языках; описание задания на русском и английском языках.

| Название задания |
|---|
| Параллелограмм 1.1 |
| Parallelogram 1.1 |
| Описание задания |
| В параллелограмме ABCD точки E, F, K и M лежат на его сторонах, как показано на рисунке, причем $AE = CK$, $BF = DM$. Докажите, что EFKM — параллелограмм. |
| In the parallelogram ABCD, the points E, F, K and M lie on its sides, as shown in the figure, in addition $AE = CK$, $BF = DM$. Prove that EFKM is a parallelogram. |

Рисунок 1 – Поля информации о задании

Помимо этого, преподаватель имеет возможность добавить в словарь задания те слова, на которых целесообразно сделать акцент в контексте рассматриваемого задания. В данном случае в словарь добавлены слова «Parallelogram» и «Sides» (рисунок 2).

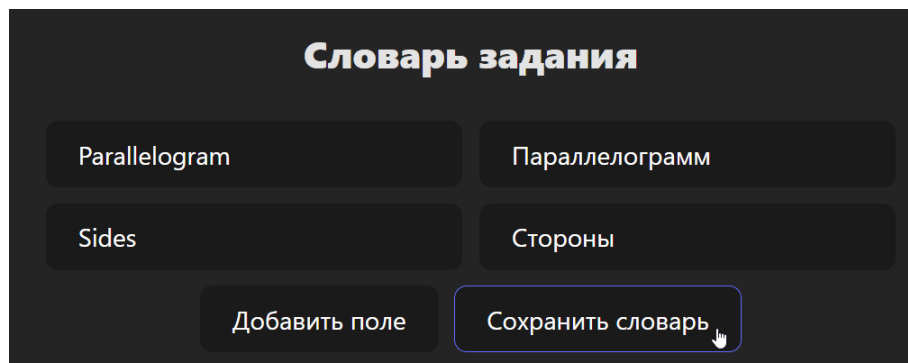


Рисунок 2 – Словарь задания

Последним параметром создаваемого задания является его принадлежность к конкретной группе студентов. В рамках примера задание будет присвоено группе «БИ-24 МАГ».

После обновления перечня добавленных заданий мы можем увидеть, что созданное задание появилось в списке (рисунок 3). В списке заданий прочих учетных записей преподавателей данное задание отображаться не будет.

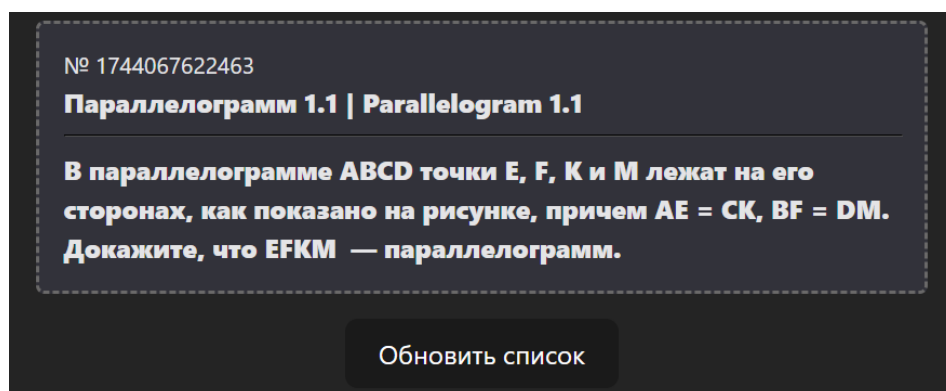


Рисунок 3 – Список созданных заданий

После авторизации в учетной записи студента группы «БИ-24 МАГ» созданное задание наблюдается в соответствующем списке (рисунок 4).

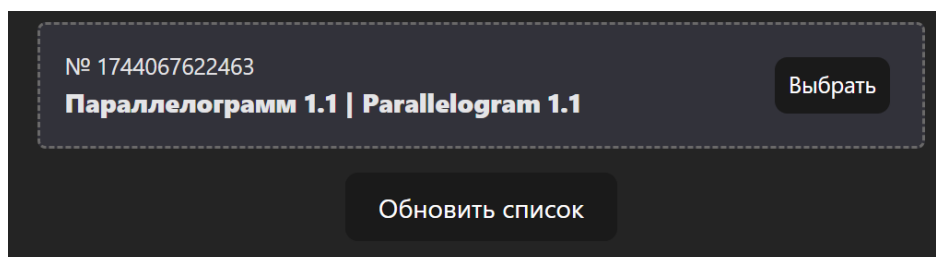


Рисунок 4 – Задание в учетной записи студента

При отображении задания с позиции студента наблюдается наименование задания, прикрепленный рисунок, имя пользователя-преподавателя, добавившего задание, а также выбор языка, на котором будет отображено задание (рисунок 5).

Студент может наблюдать текст задания на выбранном языке, а также словарь с указанными преподавателем словами. При выделении фрагмента текста задания его перевод автоматически отображается в соответствующем окне (рисунок 6).

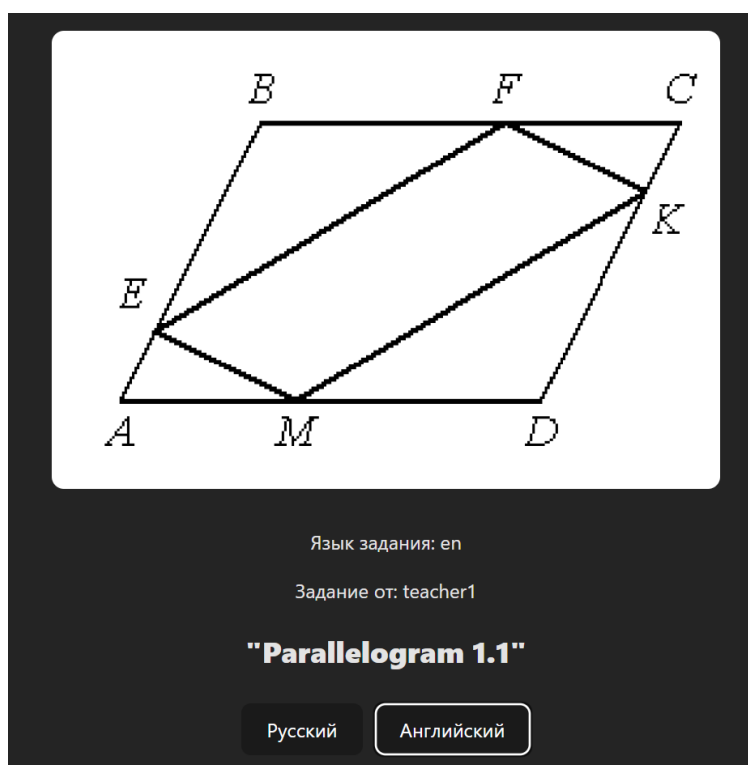


Рисунок 5 – Шапка задания

Словарь

| EN | RU |
|---------------|----------------|
| Parallelogram | Параллелограмм |
| Sides | Стороны |

ПЕРЕВОДЧИК

В параллелограмме ABCD

ОБЪЯСНЕНИЕ СЛОВ

В словаре не найдено

Task name: Parallelogram 1.1

Description: In the parallelogram ABCD, the points E, F, K and M lie on its sides, as shown in the figure, in addition $AE = CK$, $BF = DM$. Prove that EFKM is a parallelogram.

Рисунок 6 – Условие задания с точки зрения студента

В последнем поле на странице с заданием студент может ввести свой ответ и отправить его преподавателю, нажав на кнопку «Отправить ответ» (рисунок 7).

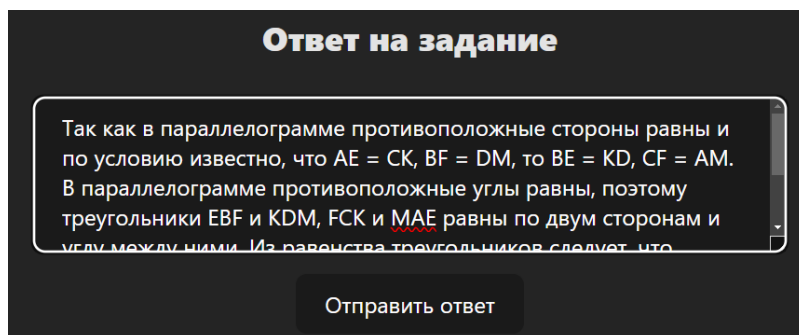


Рисунок 7 – Отправка ответа преподавателю

После этого список присланных ответов в учетной записи преподавателя будет обновлен. По результатам выполненного задания преподаватель может принять работу или же связаться со студентом для внесения коррективов. После нажатия кнопки «Принять» статус ответа сменяется с «Не проверено/Не оценено» на «Зачтено» (рисунок 8).

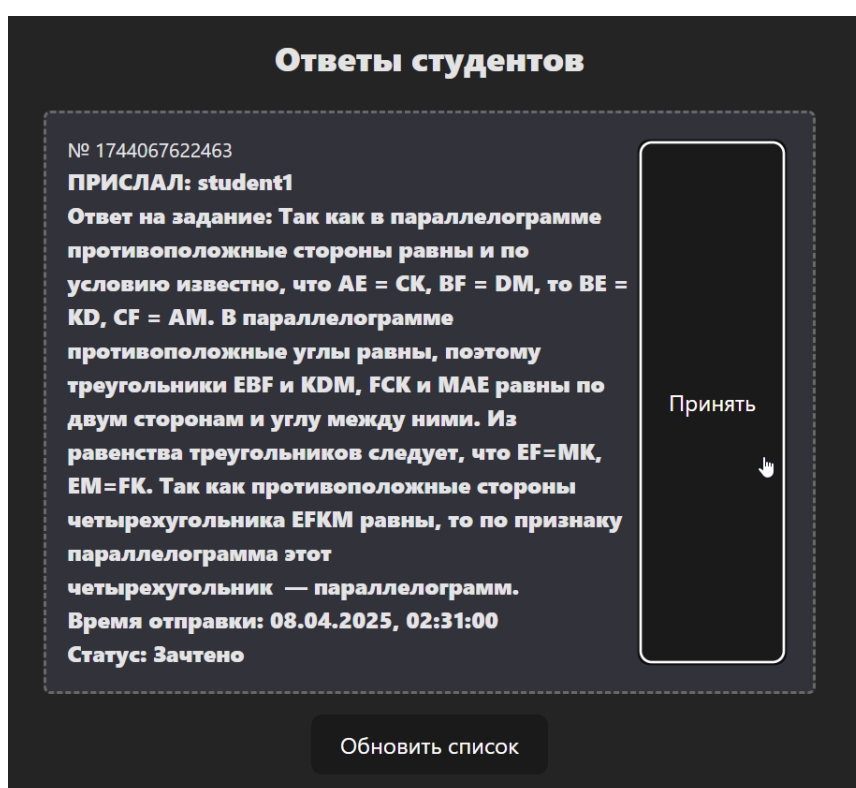


Рисунок 8 – Список ответов студентов

Отметка «Зачтено» отобразится также в перечне отправленных ответов в учетной записи студента.

При авторизации в учетной записи студента группы «ИСИТ-24 МАГ» задание «Параллелограмм 1.1» в списке задач отображено не будет (рисунок 9).

Для оценки эффективности платформы была разработана модель ВМСМ. Модель представляет собой математический аппарат для количественной оценки эффективности билингвального усвоения математических терминов. Она основана на трех ключевых компонентах:

- семантической глубине понимания термина на каждом языке ($S_{L1}, S_{L2} \in [0,1]$);
- контекстуальной применимости ($C_{L1}, C_{L2} \in [0,1]$), отражающей способность использовать термин в профессиональных задачах;

– взвешенных коэффициентах α, β [вклады языков в понимание концепций $L1$ и $L2$ ($\alpha + \beta = 1$) и синергетического эффекта (γ), возникающего при взаимодействии двух языковых систем].

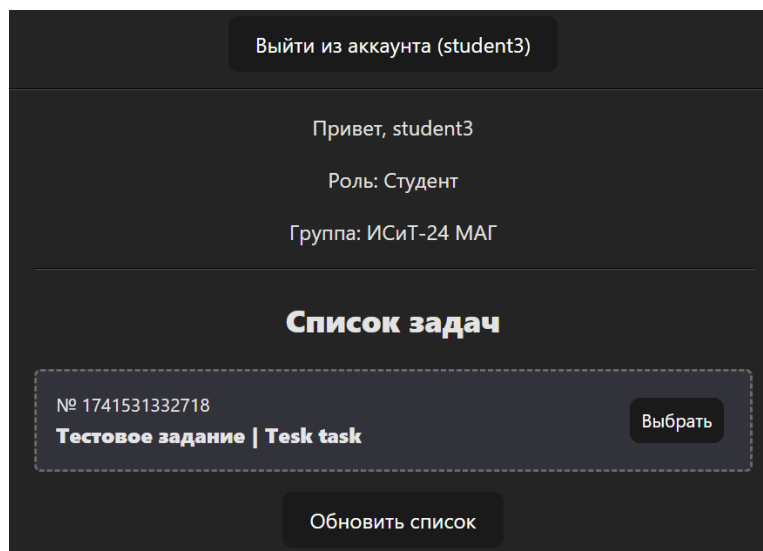


Рисунок 9 – Список задач студента другой группы

Модель учитывает пороговый эффект владения вторым языком (активация вклада $L2$ при $S_{L2} \geq 0,4$ и нелинейную зависимость синергии от уровня владения обоими языками. Формула модели включает:

- линейную комбинацию вкладов $L1$ и $L2$;
- гармоническое среднее для расчета синергии, максимизирующееся при сбалансированном владении термином на обоих языках.

Пример применения: для термина «производная» при $S_{ru} = 0,8$, $S_{en} = 0,6$ модель показывает уровень усвоения $U = 0,85$, что соответствует уверенному профессиональному владению.

Модель предназначена для анализа эффективности билингвальных методик, прогнозирования успеваемости и оптимизации учебных программ. Ее ключевое преимущество – сочетание теоретической строгости с практической применимостью в образовательном процессе.

Формула модели выглядит следующим образом:

$$U = \alpha \cdot SC_{L1} + \beta \cdot SC_{L2} + \gamma \cdot \left(\frac{2 \cdot S_{L1} \cdot S_{L2}}{S_{L1} + S_{L2}} \right),$$

где

- $SC_{Li} = 0,6 \cdot S_{Li} + 0,4 \cdot C_{Li}$ (комбинированный показатель);
- синергия максимальна при $S_{L1} \approx S_{L2}$.

Было проведено исследование с целью подтверждения гипотезы о том, что билингвальное обучение математическим терминам на специализированной платформе повышает уровень их усвоения не менее чем на 15 % по сравнению с традиционным монолингвальным подходом.

В исследовании приняли участие две группы студентов автомобильно-дорожных специальностей. Экспериментальная группа в количестве 10 человек прошла обучение на билингвальной платформе с использованием русского и английского языков. Контрольная группа, также состоящая из 10 человек, обучалась по традиционной монолингвальной методике

исключительно на русском языке. Критерием отбора участников являлся уровень владения английским языком в диапазоне A2-B1 по шкале CEFR.

Методика исследования основана на применении модели ВМСМ с заданными параметрами. Для формальных терминов установлены коэффициенты: $\alpha = 0,55$, $\beta = 0,45$, $\gamma = 0,12$. Метафорические термины анализируются с параметрами $\alpha = 0,5$, $\beta = 0,5$, $\gamma = 0,25$. Порог активации вклада второго языка (L_2) установлен на уровне $S_{en} \geq 0,4$.

Процедура исследования включала несколько последовательных этапов. На первом этапе (1 неделя) проводилось предварительное тестирование, в ходе которого оценивались исходные показатели семантической глубины понимания терминов (S_{L1} , S_{L2}) и способности их контекстного применения (C_{L1} , C_{L2}). Тестирование включало 20 ключевых терминов автомобильно-дорожной тематики и решение прикладных задач. На основании полученных данных был рассчитан исходный индекс усвоения U для каждого участника.

Второй этап (2–9 недели) – обучающий процесс. Участники экспериментальной группы трижды в неделю работали с билингвальной платформой, которая предоставляет двуязычные задания, автоматический словарь терминов с переводами и пояснениями, а также систему обратной связи. Контрольная группа занималась по стандартной программе на русском языке.

Третий этап (10 неделя) – проведение пост-тестирования по методике, аналогичной предварительному тестированию, с последующим расчетом изменения индекса усвоения ΔU .

Анализ данных включает сравнение показателей между группами с использованием t -критерия, где ожидается статистически значимое различие ($p < 0,05$) в пользу экспериментальной группы. Дополнительно анализируется корреляция между частотой использования платформы и показателями ΔU , а также сравнивается эффективность усвоения различных типов терминов.

Пример практической реализации модели демонстрируется на случае изучения термина «torque». У студента экспериментальной группы исходные показатели составляют: $S_{ru} = 0,6$, $C_{ru} = 0,5$, $S_{en} = 0,3$, $C_{en} = 0,2$, что соответствует $U = 0,31$. После прохождения обучения показатели повышаются до $S_{ru} = 0,7$, $C_{ru} = 0,6$, $S_{en} = 0,5$, $C_{en} = 0,4$, а индекс усвоения достигает значения $U = 0,72$, демонстрируя прирост $\Delta U = +0,41$ (+132 %).

Результаты исследования демонстрируют средний прирост индекса усвоения в экспериментальной группе на уровне не менее 15 %, с максимальной эффективностью для метафорических терминов до +25 %. В контрольной группе демонстрируется незначительный прирост около 5 %, обусловленный преимущественно повторением материала.

Выводы

В ходе проведенного исследования было экспериментально подтверждено что, преподавание математики и технических дисциплин с использованием двух языков (например, русского и английского), имеет огромное значение для студентов автомобильно-дорожных вузов. Это не просто дополнительное изучение иностранного языка, а интеграция в профессиональный контекст, что создает ряд значимых преимуществ.

Автомобильно-дорожная отрасль тесно интегрирована в мировую экономику. Значительная часть передовых научных исследований, инженерных стандартов, технических регламентов, патентов, программного обеспечения и оборудования разрабатывается и описывается на английском (или других ведущих мировых языках, например, немецком, японском, китайском). Билингвальное обучение позволяет студентам напрямую работать с этими источниками, без необходимости ждать перевода или полагаться на его качество. Международные научные журналы, конференции и базы данных в области автомобилестроения, дорожного строительства, логистики, транспортного инжиниринга преимущественно используют английский язык. Билингвальное обучение дает студентам возможность быть в курсе последних разработок и

применять их в своей будущей работе. Многие инженерные программы, CAD/CAE системы, симуляторы и базы данных имеют англоязычный интерфейс и документацию. Владение языком облегчает их освоение и эффективное использование. Современные проекты в автомобильно-дорожной сфере часто являются международными (например, создание новых транспортных коридоров, разработка универсальных стандартов безопасности, совместные НИОКР). Специалисты, способные общаться на иностранных языках, незаменимы для участия в таких проектах, переговорах с иностранными партнерами, обмене опытом.

Таким образом, билингвальное обучение в автомобильно-дорожных вузах – это стратегическая необходимость, направленная на формирование высококвалифицированных, конкурентоспособных и глобально мыслящих специалистов, способных эффективно работать в условиях международной кооперации и постоянных технологических изменений.

В данной статье разработана уникальная математическую модель (BMCM) для оценки эффективности методики билингвального обучения с экспериментальной проверкой предложенного подхода среди студентов автомобильно-дорожных специальностей, что позволит получить объективные данные о преимуществах такого обучения, а также преодолеть языковые барьеры в техническом образовании и сформировать новый стандарт подготовки специалистов, сочетающий глубокое математическое образование с развитием профессиональной языковой компетенции.

Список литературы

1. Волгина, М. Ю. Перевод терминов как ключевых единиц специального текста / М. Ю. Волгина // *Перспективы Науки и Образования*. – 2013. – № 6. – С. 170–174.
2. Ковригина, А. И. Перспективы использования методики предметно-языкового интегрированного обучения в программах бакалавриата по направлению подготовки «Лингвистика» / А. И. Ковригина, И. Н. Горячева. – Текст : электронный // *Вестник Финансового университета. Гуманитарные науки*. – 2022 – 12(6) – С. 113–121. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-metodiki-predmetno-yazykovogo-integrirovannogo-obucheniya-v-programmah-bakalavriata-po-napravleniyu/viewer> (дата обращения: 10.06.2025).
3. Coyle, D. CLIL: Content and Language Integrated Learning / D. Coyle, P. Hood, D. Marsh. – Cambridge : Cambridge University Press, 2010. – 241 p. – ISBN 978-0-521-11298-7.
4. Солсо, Р. Л. Когнитивная психология : пер. с англ. / Р. Л. Солсо. – 6-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 589 с. – ISBN 5-94723-182-4.
5. Mathematics Education and Language Diversity. The 21st ICMI Study / Editors : R. Barwell, Ph. Clarkson, A. Halai, M. Kazima [et al.]. – Springer, 2021. – 321 p. – ISBN 978-3-319-14510-5.
6. Устаджалилова, Х. А. Особенности изучения определений, происхождения математических терминов, правописание и произношение их на английском языке / Х. А. Устаджалилова, Э. Н. Райхонова. – Текст : электронный // *Актуальные научные исследования в современном мире* – 2018. – № 5–6(37). – С. 90–93. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35120492> (дата обращения: 10.06.2025).
7. Methodology of application of case technology in the process of teaching mathematics / R. Abdualiyeva, S. Seitova, R. Tasbolatova, L. Smagulova // *Cypriot Journal of Educational Sciences*. – 2022. – Vol. 17. – № 9. – P. 3545–3555.
8. Есенбаева, Г. А. Об особенностях преподавания математики на английском языке / Г. А. Есенбаева, У. И. Копжасарова, Н. В. Дениварова // *Вестник Карагандинского университета. Серия «Педагогика»*. – 2014. – № 3(75) – С. 52–58.
9. Лурье, М. Л. Двухязычное преподавание математики как диалог культур / М. Л. Лурье // *Сибирский педагогический журнал*. – 2005. – № 1. – С. 123–130.
10. Kersaint, J. Teaching Mathematics to English Language Learners / J. Kersaint, D. Thompson, M. Petkova. – Routledge, 2008. – P. 16–18.
11. Салехова, Л. Л. Дидактическая модель билингвального обучения математике в высшей педагогической школе : специальность 13.00.01 «Общая педагогика, история педагогики и образования», специальность 13.00.02 – «Теория и методика обучения и воспитания (математика)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Ляйла Леонардовна Салехова ; Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет. – Казань, 2008. – 44 с.
12. Борозенец, Г. К. Формирование иноязычной профессиональной компетентности студентов неязыковых вузов на основе полевого подхода / Г. К. Борозенец // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Лингвистика и межкультурная коммуникация»*. – 2004. – № 2. – С. 97–110.
13. Перевезенцева, Ю. С. Бинарная терминология математики: структурно-семантический анализ / Ю. С. Перевезенцева, С. А. Атрошенко // *Мир науки, культуры, образования*. – 2014. – № 5(48). – С. 122–124.
14. Handbook of approximation algorithms and metaheuristics / Edited By T. F. Gonzalez. – 1-st ed. – New York : Chapman & Hall/CRC, 2007. – 1432 p. – ISBN 9780429143793.

Л. П. Вовк, Д. Е. Дмитрук
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Исследование эффективности двуязычного подхода в преподавании математики
для будущих специалистов автомобильно-дорожной отрасли

Исследование содержит всестороннее изучение ограничений, присущих традиционному одноязычному подходу к преподаванию математических дисциплин, и разработку инновационного решения этой проблемы. В ходе работы проведен критический анализ недостатков существующей системы обучения математике, создана концепция специализированной билингвальной образовательной платформы.

Основная цель работы – разработать уникальную математическую модель (BMCM) для оценки эффективности методики с экспериментальной проверкой предложенного подхода среди студентов автомобильно-дорожных специальностей, что позволит получить объективные данные о преимуществах билингвального обучения, а также преодолеть языковые барьеры в техническом образовании и сформировать новый стандарт подготовки специалистов, сочетающего глубокое математическое образование с развитием профессиональной языковой компетенции.

Научная новизна исследования заключается в принципиально новом подходе к организации образовательного процесса. Впервые предлагается комплексное решение, объединяющее специализированную платформу для билингвального обучения с математической моделью оценки ее эффективности. Созданный инструментарий позволяет не только внедрять двуязычную методику преподавания, но и объективно измерять ее результативность благодаря разработанной системе метрик. Особую ценность представляет проведенный педагогический эксперимент, который обеспечивает эмпирическое подтверждение теоретических положений работы и демонстрирует практическую применимость предложенной модели в реальном учебном процессе.

БИЛИНГВАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ, АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА, КОГНИТИВНАЯ ГИБКОСТЬ, МОДЕЛЬ BMCM, ТЕХНИЧЕСКИЙ ПЕРЕВОД, ДВУЯЗЫЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

L. P. Vovk, D. E. Dmitruk
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
The Study of the Bilingual Approach Effectiveness in Teaching Mathematics to Future Specialists
in the Automobile and Road Industry

This work contains a comprehensive study of the limitations inherent in the traditional monolingual approach to teaching mathematical disciplines and the development of the innovative solution to this problem. The work is supposed to conduct a critical analysis of the shortcomings of the existing system of teaching mathematics, to create a concept of the specialized bilingual educational platform.

The main goal of the work is to develop a unique mathematical model (BMCM) for assessing the effectiveness of the methodology with an experimental verification of the proposed approach among students of automobile and road specialties, which will provide objective data on the advantages of bilingual education to overcome language barriers in the technical education and form a new standard for training specialists combining deep mathematical education with the development of the professional language competence.

The scientific novelty of the study lies in the fundamentally new approach to organizing the educational process. For the first time, a comprehensive solution is proposed that combines a specialized platform for bilingual education with a mathematical model for assessing its effectiveness. The created toolkit allows not only to implement a bilingual teaching methodology, but also to objectively measure its effectiveness thanks to the developed system of metrics. The conducted pedagogical experiment is of particular value, providing empirical confirmation of the theoretical provisions of the work and demonstrating the practical applicability of the proposed model in the real educational process.

BILINGUAL TRAINING, MATHEMATICAL TERMINOLOGY, AUTOMOBILE AND ROAD SPECIALTIES, EDUCATIONAL PLATFORM, COGNITIVE FLEXIBILITY, BMCM MODEL, TECHNICAL TRANSLATION, BILINGUAL EDUCATION

Сведения об авторах:

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

Д. Е. Дмитрук
 Телефон: +7 949 301-98-55
 Эл. почта: leonidvovk166@gmail.com
Статья поступила 18.06.2025
 © Л. П. Вовк, Д. Е. Дмитрук, 2025
 Рецензент: Д. Н. Самисько, канд. техн. наук,
 Автомобильно-дорожный институт
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 624.21

**В. В. Пархоменко, Л. Н. Морозова, канд. техн. наук,
М. В. Барбашова, канд. техн. наук**

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

СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПУТЕПРОВОДА НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ М-03 КИЕВ – ХАРЬКОВ – ДОЛЖАНСКИЙ, КМ 756+879 (ДНР)

На основании существующих методов диагностики выполнены испытания восстановленного пролетного строения путепровода на автомобильной дороге общего пользования государственного значения М-03 Киев – Харьков – Должанский, КМ 756+879 (ДНР).

Путепровод расположен вблизи железнодорожной станции г. Дебальцево.

Ключевые слова: *автодорожный путепровод: восстановление, расчет, диагностика, схема испытаний, прогибы главных балок*

Постановка проблемы

Состояние дорожных сооружений на автомобильных дорогах Донецкой Народной Республики (ДНР) после длительных боевых действий является неудовлетворительным и требует неотложных мер по капитальному ремонту с дальнейшими обязательными работами по обследованию и испытанию отремонтированных конструкций.

В соответствии с Указом № 14 Главы ДНР от 16.01.2018 г. [1] и комплексной программой Министерства транспорта ДНР по восстановлению мостов и путепроводов на дорогах общего пользования Республики [2] выполнены статические испытания путепровода.

Анализ исследований и публикаций

Состояние искусственных сооружений на автомобильных дорогах в ДНР, получивших повреждения, было рассмотрено на Международных научно-практических конференциях «Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса» в рамках Международного научного форума Донецкой Народной Республики (26 мая 2016 г. и 25 мая 2017 г. г. Горловка) [3, 4].

Для восстановления потребительских свойств дорожных сооружений, которые регламентируются нормативными документами [5, 6, 7] и обеспечиваются совокупностью эксплуатационных параметров, которые отражают надежность, долговечность конструкций, архитектурную выразительность, снижение уровня воздействия на окружающую среду, экономное использование территории, устройство коммуникаций, удобство и экономичность эксплуатации, по разработанной исполнителями технической программе проведены статические испытания.

Цель исследования

Целью настоящего исследования являются статические испытания и определение несущей способности нового металлического пролетного строения путепровода, построенного по индивидуальному проекту, взамен разрушенного в ходе боевых действий.

Изложение основного материала

Путепровод трехпролетный, балочно-разрезной системы, собран по схеме $3 \times 21,0$ м полной длиной 63,6 м. Крайние пролетные строения состоят из предварительно-напряженных

балок. Центральный пролет путепровода, длиной 21 м, металлический, индивидуального проектирования. По путепроводу было восстановлено движение в 2018 году после капитального ремонта. Общий вид на испытываемый пролет представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид на испытываемый пролет путепровода

Металлическое пролетное строение выполнено из 6 сварных двутавровых балок, объединенных между собой системой горизонтальных и вертикальных связей из уголковых профилей.

Плита проезжей части накладная, из монолитного железобетона сформирована в металлической несъемной опалубке. Ширина проезжей части 11,5 м. Тротуары устроены на выносных консолях с наклонными подпорками, имеют габарит прохода 0,75 м. Ограждение металлическое из гибкого профиля, высотой 0,9 м. Перильное ограждение тротуаров металлическое, высотой 1,2 м.

На основании технического задания, результатов изучения технической документации и материалов обследования были подготовлены исходные данные для теоретического расчета несущей способности.

Теоретическими расчетами моделировалась установка испытательной нагрузки в наиболее неблагоприятном положении пролета. Расчеты выполнялись методами строительной механики и в соответствии с требованиями нормативных документов.

Коэффициенты поперечной установки вычислялись методом внецентренного сжатия. Геометрические характеристики определялись на основании натурных обмеров сечений.

В качестве испытательной нагрузки были выбраны трехосные автосамосвалы КРАЗ, наиболее близко моделирующие нормативную подвижную нагрузку.

Предварительно, до испытаний, были определены изгибающие моменты и прогибы балок в середине пролета по четырем схемам. Вес испытательной нагрузки – 4 автосамосвала КРАЗ по 25 тонн каждый.

На этапе испытаний расчеты корректировались по реально предоставленной нагрузке (таблица 1).

Таблица 1 – Весовые характеристики испытательной нагрузки

| № испытательной нагрузки, тип автосамосвала | 1 КРАЗ 65055 | 2 КРАЗ 6510 | 3 КРАЗ 6510 | 4 КРАЗ 256 Б |
|---|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Вес, т | 29 | 23,5 | 23,2 | 22,5 |

Общий вес испытательной нагрузки составил – 98,2 т, что составило 98,2 % от расчетной.

Прогибы главных балок регистрировались механическими прогибомерами системы

Максимова ПМ-3 с точностью измерений 0,1 мм, размещенными под каждой главной балкой. Схема установки прогибомеров в пролете приведены на рисунке 2.

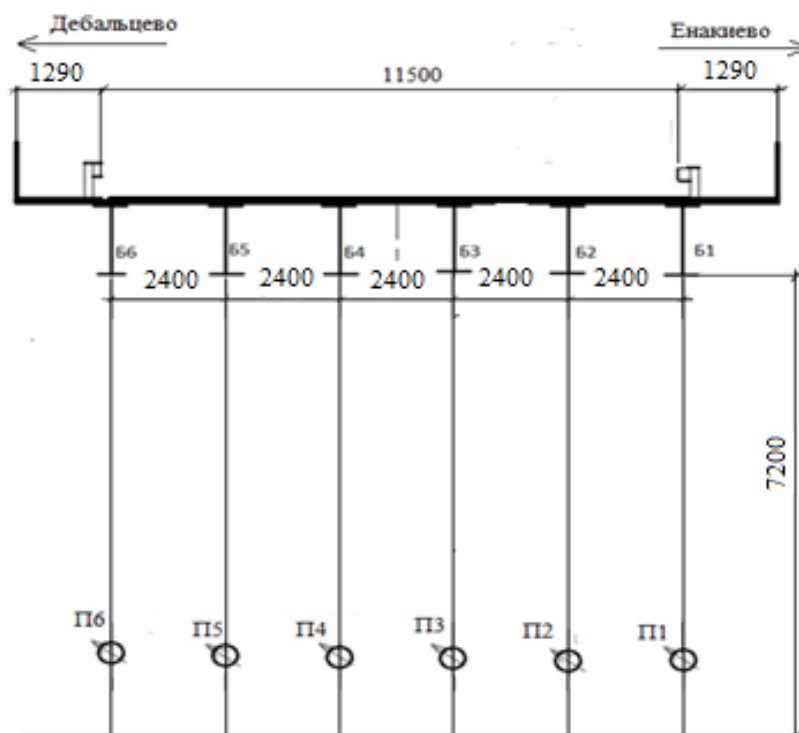


Рисунок 2 – Схема установки прогибомеров ПМ-3 в пролете

Размещение прогибомеров ПМ-3 в измерительных сечениях показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Размещение прогибомеров ПМ-3 под пролетом

Испытательная нагрузка размещалась по 4 схемам:

- по схеме 1: два автомобиля размещались в колонне вблизи правостороннего тротуара по оси пролетного строения задними бортами друг к другу;
- по схеме 2: четыре автомобиля размещались в 2 колонны вблизи правостороннего тротуара задними бортами друг к другу;
- по схеме 3: испытательная нагрузка размещалась в колонне вблизи левостороннего тротуара по оси пролетного строения задними бортами друг к другу;

– по схеме 4: испытательная нагрузка размещалась в две колонны вблизи левостороннего тротуара.

На рисунках 4 и 5 приведены установки испытательной нагрузки по схемам 1 и 3.

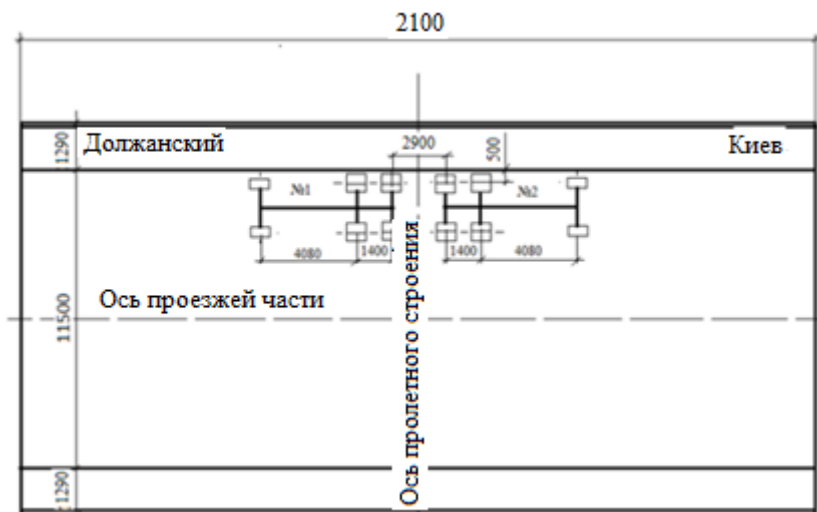


Рисунок 4 – Установки испытательной нагрузки по схемам 1 и 3



Рисунок 5 – Размещение испытательной нагрузки по схемам 1 и 3

На рисунках 6 и 7 приведены установки испытательной нагрузки по схемам 2 и 4.

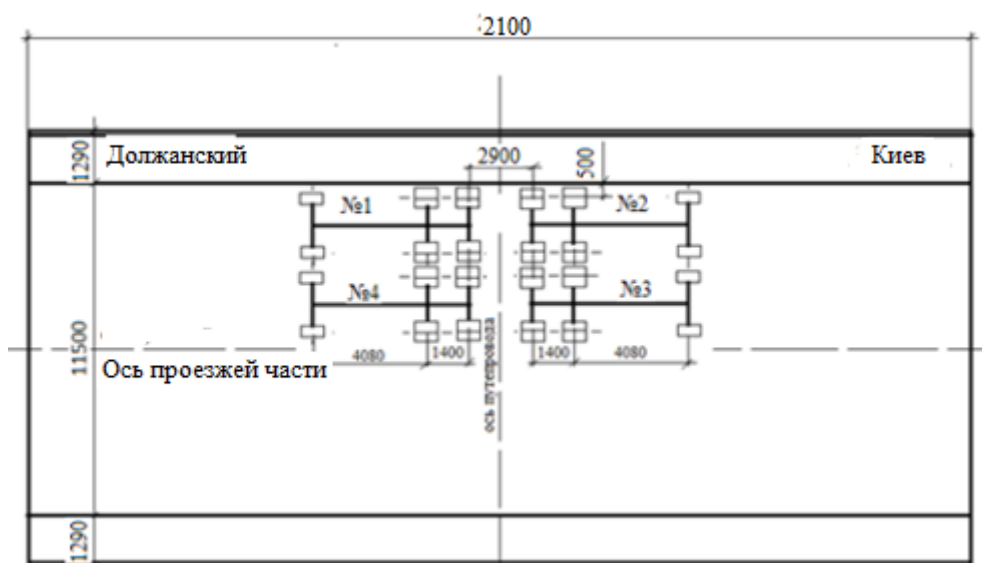
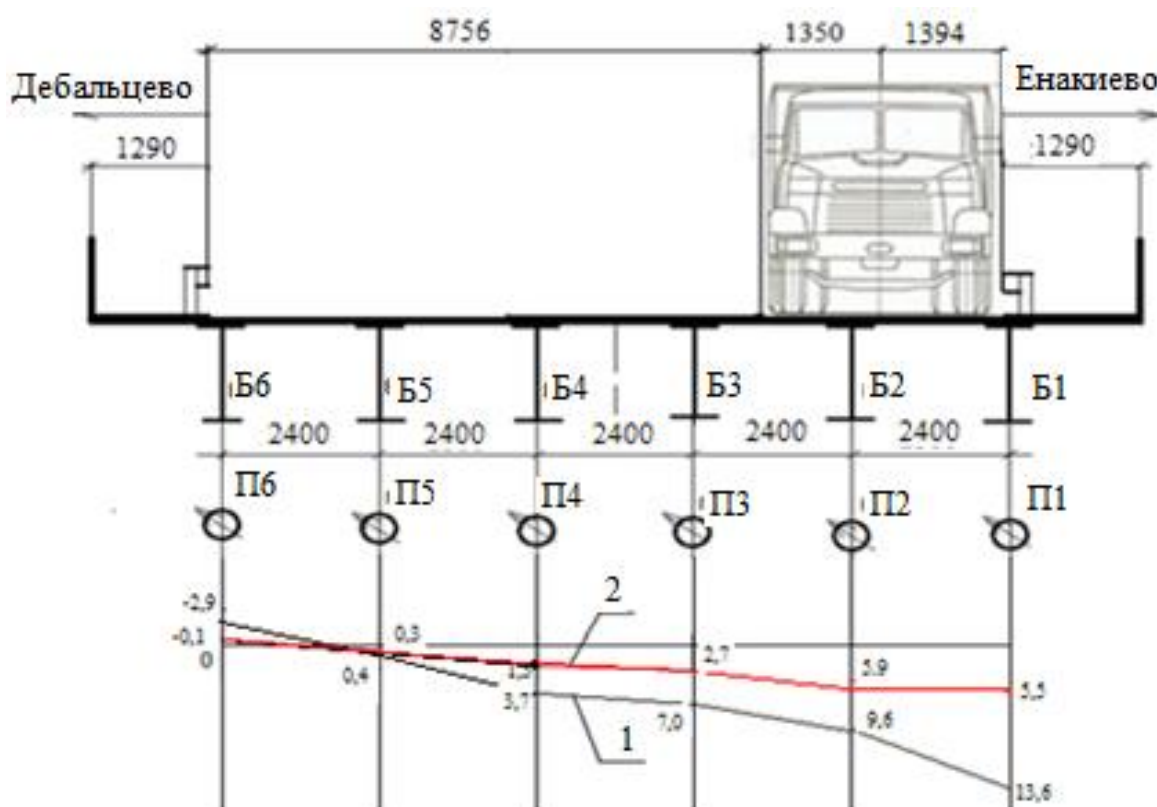


Рисунок 6 – Установки испытательной нагрузки по схемам 2 и 4



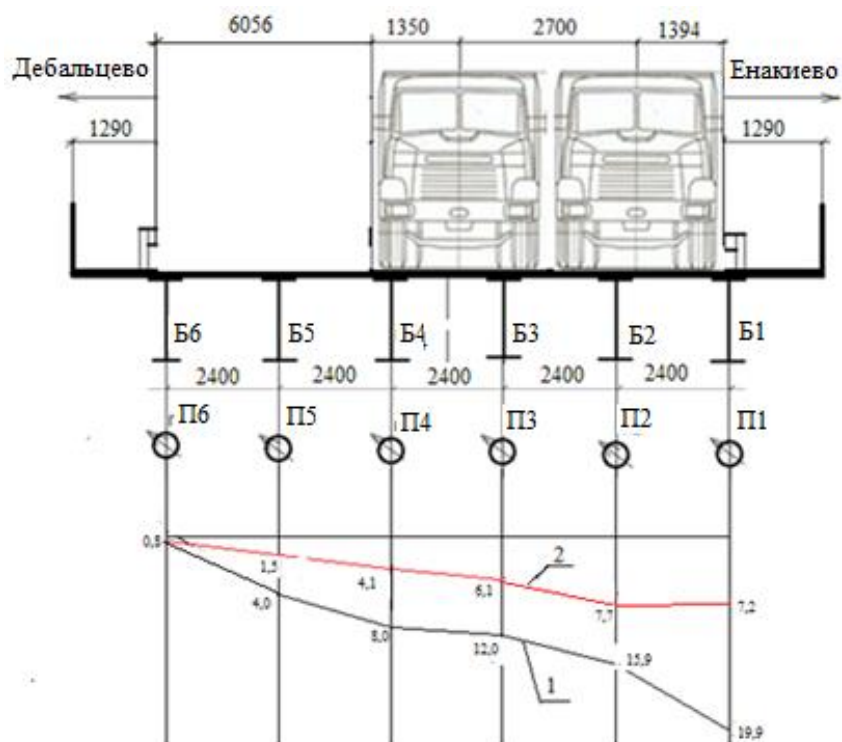
Рисунок 7 – Размещение испытательной нагрузки по схемам 2 и 4

По результатам перерасчета и испытания пролетного строения были построены эпюры теоретических и экспериментальных прогибов главных балок (рисунки 8–11).



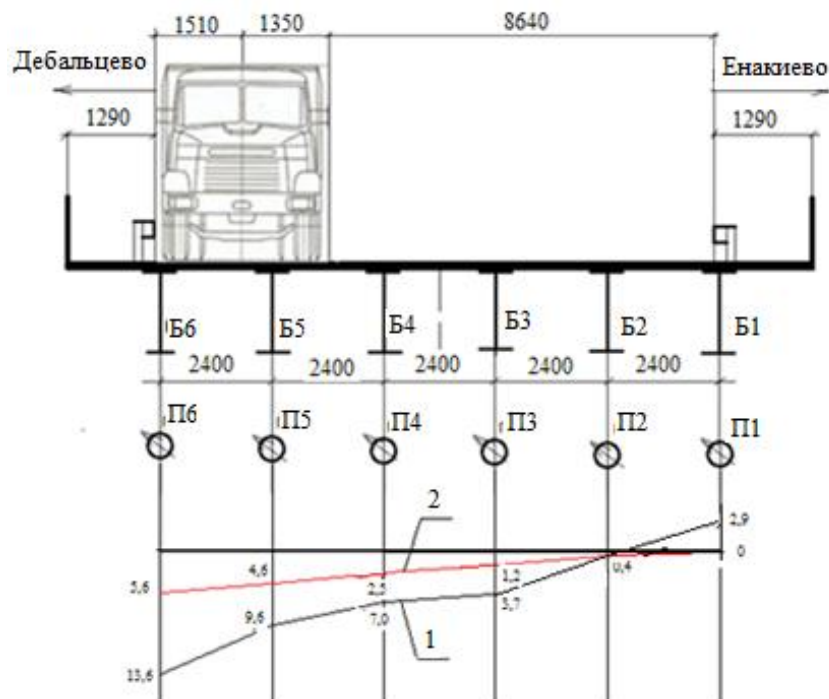
- 1 – эпюра теоретических прогибов
- 2 – эпюра экспериментальных прогибов

Рисунок 8 – Эпюры теоретических и экспериментальных прогибов главных балок по схеме 1 установки испытательной нагрузки



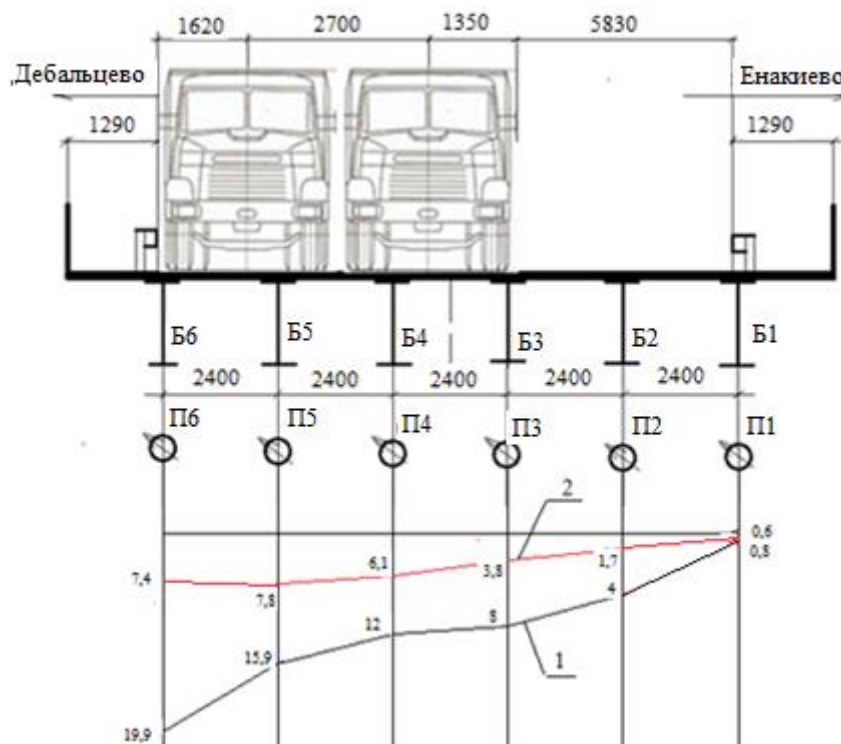
- 1 – эпюра теоретических прогибов
2 – эпюра экспериментальных прогибов

Рисунок 9 – Эпюры экспериментальных и теоретических прогибов главных балок по схеме 2 установки испытательной нагрузки



- 1 – эпюра теоретических прогибов
2 – эпюра экспериментальных прогибов

Рисунок 10 – Эпюры экспериментальных и теоретических прогибов главных балок по схеме 3 установки испытательной нагрузки



1 – эпюра теоретических прогибов
2 – эпюра экспериментальных прогибов

Рисунок 11 – Эпюры теоретических и экспериментальных прогибов главных балок по схеме 4 установки испытательной нагрузки

Анализ результатов статических испытаний

Анализ результатов статических испытаний показывает:

1. Главные балки пролетного строения и система связей вместе с ортотропной плитой работают в упругой стадии.
2. Перераспределение нагрузки между балками соответствует расчетным предпосылкам.
3. Экспериментальные прогибы меньше теоретических, что объясняется включением плиты проезжей части в работу верхнего пояса главных балок и увеличением поперечной жесткости за счет включения в работу вертикальных связей.
4. Конструктивные коэффициенты находятся в пределах требований СП 79.13330.2012.
5. Остаточных прогибов, после удаления испытательной нагрузки с пролетного строения, не зафиксировано.
6. Пролетное строение индивидуального проектирования может быть предложено для восстановления сооружений, разрушенных или получивших значительные повреждения в период боевых действий на территории Донецкой Народной Республики.

Заключение

Путепровод находится в исправном состоянии и может эксплуатироваться всеми видами временных подвижных обращающихся нагрузок на данном участке дороги.

Ограничений по грузоподъемности не требуется.

Список литературы

1. О внесении изменений в Указ Главы Донецкой Народной Республики от 16.01.2018 г. № 14. – Текст : электронный // Министерство иностранных дел Донецкой Народной Республики : официальный сайт. – 2018. – URL: <https://mid-dnr.ru/ru/pages/docs/ukaz-vrio-glavy-dnr-o-vnesenii-izmenenij-v-ukaz-glavy-dnr-ot-16-yanvarya-2018-14-01435> (дата обращения: 23.06.2025).
2. Программа по восстановлению мостов и путепроводов на дорогах общего пользования в ДНР до 2019 года : [видео]. – Изображение : электронное // Новороссия ТВ : официальный сайт. – 2016. – URL: <http://novorossia-tv.ru/news/nrus/programma-po-vosstanovlneiuyu-mostov-i-puteprovodov-v-dnr/> (дата обращения: 23.06.2025).
3. Морозова, Л. Н. Перспективы восстановления взорванных мостов и путепроводов г. Горловки / Л. Н. Морозова, В. В. Пархоменко, В. А. Жиленков // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : материалы второй Международной научно-практической конференции, Горловка, 26 мая 2016 г. – Горловка : АДИ ГОУВПО «ДОННТУ», 2016. – С. 15–20.
4. Морозова, Л. Н. Перспективы восстановления транспортной инфраструктуры. Горловка в современных условиях / Л. Н. Морозова, В. В. Пархоменко // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : материалы III Международной научно-практической конференции, Горловка, 25 мая 2017 г. – Горловка : АДИ ГОУВПО «ДОННТУ», 2017. – С. 13–16.
5. Иосилевский, Л. И. Практические методы управления надежностью железобетонных мостов / Л. И. Иосилевский. – Москва : Инженер», 2001. – 296 с. – ISBN 5-8208-0023-0.
6. ОДМ 218.0.018-05. Определение износа конструкций и элементов мостовых сооружений на автомобильных дорогах : издание официальное : введена с 01.04.2005 г. / разработана Государственным предприятием ГП РосдорНИИ. – Москва : Росавтодор, 2005. – 159 с. – URL: https://mega.nz/file/Xx8g3bzS#_LJ96SPbDb91lmZFo-ATcdKTZY01mew8ezWLvO1y2s0 (дата обращения: 23.06.2025). – Текст : электронный.
7. СП 79.13330.2012. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний : издание официальное : актуализированная редакция СНиП 3.06.07-86 : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30.06.2012 г. № 273 : введен в действие с 1 января 2013 г. / исполнитель ОАО «ЦНИИС». – Москва, 2012. – 33 с.

В. В. Пархоменко, Л. Н. Морозова, М. В. Барбашова
Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Статические испытания путепровода на автомобильной дороге общего пользования
государственного значения М-03 Киев – Харьков – Должанский, КМ 756+879 (ДНР)

Программой по восстановлению мостов и путепроводов в ДНР предусмотрено выполнение обследований и испытаний сооружений, потребительские свойства которых были восстановлены после капитального ремонта.

В период с 2021 по 2022 гг. был выполнен капитальный ремонт путепровода через железнодорожные пути возле железнодорожной станции г. Дебальцево на КМ 756+879 автомобильной дороги М-03 Киев – Харьков – Должанский. Разрушенное пролетное строение было восстановлено по индивидуальному проекту.

В соответствии с требованиями нормативных документов, после выполнения капитального ремонта с использованием индивидуальных проектов, восстановленные конструкции должны быть испытаны.

По специально составленной программе были выполнены обследования, расчеты и статические испытания нового пролетного строения.

По результатам испытаний было установлено, что в целом старые и новые конструкции работают в соответствии с нормативными требованиями, нагрузка воспринимается и передается согласно расчетным предпосылкам. Несущая способность и другие параметры сооружения восстановлены, путепровод может эксплуатироваться всеми видами обращающихся нагрузок без ограничений с установленными для данного участка скоростями.

АВТОДОРОЖНЫЙ ПУТЕПРОВОД: ВОССТАНОВЛЕНИЕ, РАСЧЕТ, ДИАГНОСТИКА, СХЕМА ИСПЫТАНИЙ, ПРОГИБЫ ГЛАВНЫХ БАЛОК

V. V. Parkhomenko, L. N. Morozova, M. V. Barbashova
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Static Tests of the Overpass on the Public Road of National Importance
M-03 Kiev – Kharkov – Dolzhansky, KM 756+879 (DPR)

The program for the restoration of bridges and overpasses in the DPR provides for the implementation of surveys and tests of structures whose consumer properties were restored after major repairs.

From 2021 to 2022, major repairs on the overpass over the railway tracks near the Debaltsevo railway station on the KM 756+879 of the M-03 Kiev – Kharkov – Dolzhansky highway were carried out. The destroyed span structure was restored according to the individual project.

In accordance with the requirements of regulatory documents the restored structures must be tested after carrying out major repairs using individual projects.

According to a specially prepared program, surveys, calculations and static tests of the new span structure were carried out.

Based on the test results, it was found that, in general, the old and new structures operate in accordance with regulatory requirements; the load is taken and transmitted in accordance with the design assumptions. The load-bearing capacity and other parameters of the structure are restored; the overpass can be operated with all types of circulating loads without restrictions at the speeds determined for this section.

ROAD OVERPASS: RESTORATION, CALCULATION, DIAGNOSTICS, TEST SCHEME, MAIN BEAMS DEFLECTIONS

Сведения об авторах:

В. В. Пархоменко

Телефон: +7 949 301-98-56

Эл. почта: viktor-parkhomenko88@rambler.ru

Л. Н. Морозова

Телефон: +7 949 412-71-06

Эл. почта: most_ln@mail.ru

М. В. Барбашова

Телефон: +7 949 333-31-00

Эл. почта: illisa_@mail.ru

Статья поступила 27.06.2025

© В. В. Пархоменко, Л. Н. Морозова, М. В. Барбашова, 2025

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

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.064.4:629.331

Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк, д-р хим. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры», г. Макеевка

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СОВРЕМЕННЫМ ЧИСТЫМ АВТОТРАНСПОРТОМ

Проведен анализ негативного воздействия современного экологически чистого автотранспорта на окружающую среду. В статье рассматриваются: основные виды этого транспорта, их преимущества, недостатки и влияние на окружающую среду; скрытые экологические издержки, такие как углеродный след производства аккумуляторов, зависимость от источников электроэнергии, проблемы утилизации литий-ионных батарей, а также экологические аспекты производства и хранения водорода.

Ключевые слова: автотранспорт, электромобиль, водородный транспорт, экологические проблемы, утилизация литий-ионных батарей, возобновляемая энергетика

Введение

В последние десятилетия экологически чистый транспорт, включая электромобили и водородные автомобили, позиционируется как ключевое решение для снижения выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха. Однако их производство, эксплуатация и утилизация сопряжены с рядом экологических проблем.

Глобальное потепление и загрязнение атмосферы выбросами транспорта стимулируют переход на альтернативные виды топлива. Электромобили (Electric Vehicle, EV) и автомобили на водородных топливных элементах (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) рассматриваются как основные технологии декарбонизации транспорта. Однако их экологическая чистота часто переоценивается, поскольку значительные выбросы углекислого газа (CO_2) и другие экологические проблемы связаны не с эксплуатацией, а с производством и утилизацией их компонентов [1].

Стремление к снижению выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха стимулирует развитие различных видов экологически чистого транспорта. Помимо электромобилей и водородных автомобилей, существуют и другие виды транспорта, использующие альтернативные технологии, например, гибриды: транспорт на биотопливе, солнечных батареях и сжатом воздухе [2].

Анализ публикаций

Значительный вклад в рассмотрение экологических проблем современного городского автотранспорта внесли Т. М. Тизев, Г. Б. Рожко, К. А. Акулов, Е. С. Володин, А. А. Александрова, И. В. Колпаков, Е. М. Минаева, А. В. Симушкин и другие исследователи.

Все рассмотренные ранее проблемы касались только отдельных видов автотранспорта. Для анализа экологичности современного экологически чистого транспорта нужно рассматривать совокупность всех его видов и все возможное негативное воздействие на окружающую среду.

Цель работы – проанализировать негативное воздействие на окружающую среду экологически чистого автотранспорта.

Основная часть

В современном мире на дорогах общего пользования все чаще можно встретить экологически чистые автомобили. Экологически чистые автомобили – это транспортные средства, которые оказывают минимальное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционными автомобилями с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) [3–4]. Они делятся на несколько типов в зависимости от используемого источника энергии.

1. Электромобили (Battery Electric Vehicles, BEV) – привод: полностью электрический, работают от аккумулятора; топливо: электроэнергия (заряжаются от сети или зарядных станций); выбросы: нулевые на месте эксплуатации (зависит от источника электроэнергии); преимущества: нулевые выбросы в месте эксплуатации, высокий КПД (70–90 %); недостатки: зависимость от «чистоты» электроэнергии, проблемы с добычей лития и утилизацией батарей; примеры: Tesla Model 3, Nissan Leaf, BMW i4.

2. Гибридные автомобили (Hybrid Electric Vehicles, HEV) – привод: сочетание ДВС и электродвигателя, но без возможности зарядки от сети; топливо: бензин/дизель + рекуперативное торможение; преимущества: меньший расход топлива, чем у обычных авто, возможность работы в чисто электрическом режиме; недостатки: все еще зависят от ископаемого топлива, сложность и дороговизна обслуживания; выбросы: ниже, чем у обычных авто, но не нулевые; примеры: Toyota Prius, Honda Insight.

3. Подзаряжаемые гибриды (Plug-in Hybrid Electric Vehicles, PHEV) – привод: ДВС + электромотор с возможностью зарядки от сети; топливо: бензин/дизель + электроэнергия; выбросы: могут ездить на электротяге (30–80 км), затем переключаются на ДВС; примеры: Mitsubishi Outlander PHEV, Volvo XC60 Recharge.

4. Водородные автомобили (Fuel Cell Electric Vehicles, FCEV) – привод: электродвигатель, питаемый от водородного топливного элемента; топливо: водород (заправка за 3–5 минут); выбросы: только вода (H_2O); преимущества: быстрая заправка (3–5 минут), дальность пробега до 600 км; недостатки: низкая эффективность цепочки «производство – хранение – использование», доминирование серого водорода; примеры: Toyota Mirai, Hyundai Nexa.

5. Автомобили на биотопливе – привод: адаптированные ДВС, работающие на биотопливе; топливо: биоэтанол, биодизель (из растительных масел, водорослей и др.); выбросы: CO_2 нейтральные (растения поглощают CO_2 при росте); преимущества: снижение выбросов CO_2 (до 80 % по сравнению с бензином), совместимость с существующей инфраструктурой; недостатки: конкуренция с производством продуктов питания, выбросы оксидов азота (NO_x) при сжигании биодизеля; примеры: Ford Flex-Fuel (E85), некоторые модели Volvo и Saab.

6. Солнечные автомобили – привод: электрический + солнечные панели; топливо: солнечная энергия (пока малоэффективны для массового производства); преимущества: полная энергетическая автономия (в идеальных условиях); недостатки: низкая эффективность (КПД солнечных панелей ~20 %), ограниченная мощность и зависимость от погоды; примеры: Lightyear One (прототип), Sono Sion (с солнечными панелями на кузове) [5].

Рассмотрим экологические проблемы каждого вида чистых автомобилей при производстве и эксплуатации.

1. Экологические проблемы электромобилей:

– Производство аккумуляторов. Добыча лития, кобальта, никеля приводит к разрушению экосистем, загрязнению воды и почвы. Высокий углеродный след – производство батарей требует много энергии, часто получаемой из ископаемого топлива. Проблемы с утилизацией – переработка литий-ионных аккумуляторов пока недостаточно развита.

– Зависимость от «грязной» электроэнергии. Если электричество вырабатывается на угле или газе, то выбросы CO_2 электромобиля могут быть сопоставимы с двигателями внутреннего сгорания. В странах с низкой долей возобновляемых источников энергии (Китай,

Индия, Польша) экологичность электромобилей снижается.

– Износ шин и дорожного покрытия. Электромобили тяжелее обычных машин из-за батарей, что увеличивает выбросы микрочастиц от шин (до 20 % от общего загрязнения).

– Утилизация и переработка батарей. Срок службы аккумуляторной батареи – 8–15 лет, после чего требуется переработка. Пока только ~10 % литий-ионных аккумуляторов перерабатывается.

– Влияние на энергосети. Массовый переход на электромобили потребует увеличения генерации, что может усилить нагрузку на теплоэлектростанции.

В электромобилях используются электродвигатели, которые приводят колеса в движение за счет электроэнергии. Хотя сами электродвигатели не производят выбросов загрязняющих веществ, для зарядки их аккумуляторов требуется электроэнергия, которая часто вырабатывается путем сжигания каменного угля на теплоэлектростанциях.

При сжигании угля в атмосферу выбрасываются такие вещества, как диоксид серы, оксиды азота, оксиды углерода и углекислый газ. Таким образом, электромобили нельзя считать полностью экологически чистыми, поскольку их воздействие на окружающую среду не устраняется, а переносится на теплоэлектростанции. Для минимизации этого воздействия на теплоэлектростанциях необходимо устанавливать эффективные системы очистки отходящих газов.

Рассмотрим сколько необходимо электроэнергии для зарядки некоторых видов и марок электромобилей. Емкость батарей некоторых электромобилей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Емкость аккумулятора электромобилей

| Марка электромобиля | Емкость аккумулятора, кВт/ч |
|-------------------------|-----------------------------|
| Mercedes-Benz EQS 450+ | 118 |
| Lucid Air Grand Touring | 112 |
| BMW iX M60 | 105,2 |
| Audi e-tron GT RS | 97 |
| Skoda Enyaq RS | 77 |

Рассмотрим количество выделяемых загрязняющих веществ при получении 1 кВт энергии на теплоэлектростанции. Выбросы при получении 1 кВт энергии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Удельный выброс загрязняющих веществ при выработке 1 кВт электроэнергии

| Загрязняющие вещества | Количество, г/кВт·ч |
|--------------------------------|---------------------|
| CO (оксиды углерода) | 0,8 |
| NO _x (оксиды азота) | 7,0 |
| SO ₂ (диоксид серы) | 6,1 |
| Пыль (взвешенные вещества) | 1,4 |

Сравнительный анализ полученных результатов показывает, что при зарядке аккумулятора электромобиля «Mercedes-Benz EQS 450+» на 100 % в атмосферу выделяется такой же объем загрязняющих веществ, как и при выработке 118 кВт электроэнергии на теплоэлектростанции. Объем загрязняющих веществ, выбрасываемых при зарядке до полного заряда аккумулятора электромобиля, приведен в таблице 3.

Результаты анализа демонстрируют, что электромобили не являются абсолютно экологически чистыми. На самом деле происходит перенос вредного воздействия от электро-транспорта за черту города на теплоэлектростанции, что не снижает общее загрязнение окружающей среды [6].

Таблица 3 – Количество загрязняющих веществ при зарядке до полного заряда аккумулятора

| Загрязняющие вещества | Количество вещества, г |
|--------------------------------|------------------------|
| CO (оксид углерода) | 94,4 |
| NO _x (оксиды азота) | 826 |
| SO ₂ (диоксид серы) | 719,8 |
| Пыль (взвешенные вещества) | 165,2 |

2. Экологические проблемы гибридных автомобилей:

– Проблемы, связанные с производством. Добыча сырья для аккумуляторов: лития, кобальта, никеля, редкоземельных металлов происходит открытым способом, что приводит к разрушению ландшафтов (литиевые карьеры в Южной Америке); загрязнению воды (химикаты при добыче кобальта в Конго); выбросам CO₂ при транспортировке.

– HEV используют никель-металлогидридные (Ni-MH) батареи, добыча никеля вредит экологии.

– PHEV используют литий-ионные (Li-ion) батареи. Здесь те же проблемы, что у электромобилей, но в меньших масштабах.

– Высокий углеродный след производства: из-за двух силовых установок (ДВС + электромотор) гибриды сложнее в производстве, чем обычные авто. Батареи (даже небольшие) требуют много энергии, если производящие их заводы работают на угле, то выбросы CO₂ растут.

– Проблемы в процессе эксплуатации. Зависимость от ископаемого топлива. HEV не заряжаются от розетки, они сжигают бензин, просто немного экономнее. PHEV могут ездить на электричестве, но если владелец не заряжает их, они работают как тяжелые бензиновые авто (КПД хуже, чем у обычных ДВС). Исследования (ICCT, 2020) показали, что реальные выбросы PHEV в 2–4 раза выше заявленных, так как многие водители редко их заряжают. Влияние типа электроэнергии (для PHEV): если гибриды заряжаются энергией, полученной на угольной электростанции, его косвенные выбросы CO₂ сравнимы с ДВС. В странах с чистой энергией (ГЭС, ветер, солнечная) PHEV экологичнее.

– Ускоренный износ шин и дорожного покрытия: гибриды тяжелее обычных авто из-за батарей, образуется больше микрочастиц от стирающихся шин. Тормозные колодки изнашиваются меньше (благодаря рекуперации), но это не компенсирует шинный износ.

– Шумовое загрязнение. На низких скоростях гибриды тише ДВС, но на трассе шум от покрышек и аэродинамики такой же.

– Проблемы с утилизацией и переработкой. Сложность переработки батарей. Ni-MH (HEV) перерабатываются проще, но никель и кадмий токсичны. Li-ion (PHEV) требуют сложных процессов, но их перерабатывают пока только на 5–15 %.

– Опасность неправильной утилизации. Токсичные вещества из батарей (литий, кобальт, электролит) могут попадать в почву и воду.

– Косвенные экологические проблемы. Продление эры нефти – гибриды не отказываются от ДВС, а значит, сохраняют спрос на нефть. Производители могут использовать гибриды как «зеленый» маркетинг, замедляя переход на полностью электрические авто.

3. Экологические аспекты использования водородного транспорта:

– Проблемы производства водорода. Зависимость от «грязного» водорода. В настоящее время ~95 % водорода производится из ископаемого топлива. Серый водород (из природного газа, метод парового риформинга) CO₂ – выбросы 10–12 кг на 1 кг H₂. Коричневый водород (из угля) – еще больше CO₂ и токсичных отходов. Зеленый водород (через электролиз на возобновляемых источниках энергии) составляет менее 5 % рынка из-за дороговизны.

– Высокое энергопотребление: электролиз воды требует в 2–3 раза больше энергии,

чем прямое использование электричества в электромобилях. Если энергия из угля/газа – углеродный след выше, чем у дизеля.

- Расход воды. Производство 1 кг водорода требует 9 литров чистой воды (проблема для засушливых регионов).

- Проблемы транспортировки и хранения. Потери при перевозке: водород – самый легкий газ, его сложно хранить, сжижение требует $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$, в результате 30 % энергии теряется. Перекачка по трубопроводам приводит к утечкам (до 20 %). Риски утечек: водород в 14 раз легче воздуха, легко воспламеняется (опасность взрывов). Утечки H_2 увеличивают парниковый эффект (косвенно влияет на озоновый слой).

- Проблемы с топливными элементами водородных автомобилей. Использование платины и редких металлов: катализаторы в топливных элементах содержат платину, добыча которой токсична и ведет к разрушению экосистем (шахты в ЮАР). Выбросы серы и тяжелых металлов.

- Низкий КПД: полный цикл ($\text{H}_2 \rightarrow \text{электричество} \rightarrow \text{колеса}$) 25–35 % КПД (у электромобилей – 70–90 %). Для одинакового пробега водородным автомобилям нужно в 3 раза больше энергии, чем электромобилям.

- Быстрая деградация. Топливные элементы теряют эффективность после 5–10 лет эксплуатации.

- Инфраструктурные и экономические проблемы: отсутствие заправок, в 2024 году в мире меньше 1 000 водородных заправок (против миллионов электростанций).

- Высокая стоимость владения: цена водорода: \$10–15 за кг (пробег ~ 100 км), что дороже бензина и электричества. Ремонт водородного транспорта сложен из-за высокого давления в системе (700 бар) и коррозии.

4. Проблемы при эксплуатации автомобилей которые работают на биотопливе:

- Проблемы, связанные с производством биотоплива. Вырубка лесов и изменение землепользования: прямая вырубка (например, под плантации пальмового масла в Индонезии) что приводит к уничтожению тропических лесов. Косвенные изменения (Indirect Land Use Change – ILUC) – фермеры вытесняются с земель, что ведет к расчистке новых территорий.

- Загрязнение воды и почвы. Удобрения и пестициды (для кукурузы, рапса, сахарного тростника) попадают в водоемы что приводит к эвтрофикации (цветению воды). Эрозия почвы из-за монокультурного земледелия.

- Высокий углеродный след производства. Тракторы, удобрения, переработка производят CO_2 – эти выбросы могут быть сопоставимы с использованием нефтяного топлива. Например, этанол из кукурузы (США) снижает выбросы всего на 20–30 % по сравнению с бензином.

- Проблемы в процессе эксплуатации. Выхлопы не нулевые. Биоэтанол (E85) снижает выбросы CO_2 на 50–70 %, но увеличивает выбросы альдегидов (канцерогенов). NO_x (оксиды азота) могут быть выше, чем у бензина. Biodiesel дает меньше сажи, но больше NO_x .

- Коррозия двигателей и инфраструктуры. Этанол агрессивен к резине и алюминию, требует модификаций двигателей внутреннего сгорания для увеличения срока эксплуатации. Хранение биодизеля приводит к росту бактерий, которые в свою очередь засоряют топливные фильтры, что приводит к неправильной работе агрегата.

5. Проблемы при использовании автотранспорта, который работает на водородном топливе:

- Производство солнечных панелей. Высокий углеродный след: производство фотоэлементов (особенно монокристаллических) требует больших энергозатрат. Кремниевые панели – выделяется CO_2 при плавке кварца (1 кВт·ч солнечной энергии = 40–100 г CO_2 на этапе производства).

– Загрязнение от химических процессов. Токсичные вещества: кадмий (в тонкопленочных панелях) опасен при утечках. Свинец (в припоях) загрязняет почву и воду. Гексафторид серы (SF_6) – мощный парниковый газ (используется при производстве).

– Добыча редких металлов: серебра, индия, теллура связана с разрушением ландшафтов и загрязнением воды тяжелыми металлами.

– Ограниченная эффективность транспорта, низкая плотность энергии. В идеальных условиях 1 м^2 солнечной панели дает 150–300 Вт. Для питания электромобиля нужно 5–10 м^2 панелей но даже этого хватит лишь на 15–30 км передвижения в день.

– Зависимость от погоды. В пасмурную погоду выработка падает на 50–80 %. Ночью и зимой солнечный транспорт бесполезен без аккумуляторов, так как количество вырабатываемой энергии от солнечных панелей очень маленькое.

– Проблемы с аккумуляторами. Солнечные транспортные средства (например, Lightyear One) все равно используют Li-ion батареи – такие же проблемы, что у электромобилей. Добыча лития, кобальта, никеля приводят к экологическому ущербу.

– Утилизация солнечных панелей. Проблемы переработки: современные панели содержат стекло, алюминий, пластик, токсичные элементы (кадмий, свинец). Только 10–20 % панелей перерабатывается (остальное отправляется на свалки).

– Опасность токсичных отходов: при разрушении панели выделяют кадмий и свинец, которые загрязняют почву и грунтовые воды [7–9].

Выводы

В данной работе рассмотрены все виды экологически чистых автомобилей, проведен анализ их негативного воздействия на окружающую среду. Сделан вывод, что ни один из видов экологически чистого транспорта не является идеальным – каждый имеет свои экологические издержки. Оптимальное решение улучшения экологических показателей зависит от региона, структуры энергетики и развития инфраструктуры. Для России перспективным направлением в уменьшении негативного воздействия от автотранспорта (автомобилей, которые сжигают топливо) является переход на электромобили. В долгосрочной перспективе комбинация электромобилей и водородных автомобилей от возобновляемых источников энергии может сократить число автотранспорта, работающего на двигателях внутреннего сгорания. Тем самым снизятся выбросы углекислого газа, оксидов азота, угарного газа, углеводородов, бенз(а)пирена, серы в черте города.

Список литературы

1. Экологические проблемы воздействия автомобильного транспорта на состояние окружающей среды / В. А. Зеликов, С. В. Писарева, И. В. Кузнецов [и др.]. – Текст : электронный // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России : сборник статей XX Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 января 2022 г. / под редакцией В. А. Селезнева, И. А. Лушкина. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 57–61. – EDN UUMPHE. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=uumphe> (дата обращения: 23.06.2025).
2. Сердюк, А. И. Экология автомобильного транспорта / А. И. Сердюк, Т. С. Башева, Я. О. Белецкий. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры : ЭБС ACB, 2023. – 135 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/135140.html> (дата обращения: 23.06.2025). – Режим доступа : для авторизир. пользователей.
3. Ломтева, Р. В. Некоторые аспекты влияния выбросов в атмосферу от автотранспорта / Р. В. Ломтева, С. А. Белоусова, Ю. М. Жукова. – Текст : электронный // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2022) : материалы XVIII Международной научно-технической конференции : в 2 т., Уфа, 01–15 мая 2022 года. – Уфа : Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. – Т. 1. – С. 198–202. – EDN NTOFCQ. – URL: <https://elibrary.ru/ntofcq> (дата обращения: 23.06.2025).
4. Колпаков, И. В. Экологические проблемы автомобильного транспорта и пути решения / И. В. Колпаков, Е. М. Минаева, А. В. Симушкин. – Текст : электронный // Вестник науки. – 2024. – № 1(70). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-problemy-avtomobilnogo-transporta-i-puti-resheniya> (дата обращения: 21.06.2025).

5. Sotvoldiev, U. The problem of environmental protection and the harmful effects of motor transport on the environment / U. Sotvoldiev. – Текст : электронный // Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods. – 2024. – № 2(6). – P. 274–279. – URL: <https://westerneuropenstudies.com/index.php/1/article/view/1170> (дата обращения: 21.06.2025).
6. Белецкий, Я. О. Экологические аспекты получения электроэнергии для электромобилей / Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк // Современное строительство и архитектура. Энергосберегающие технологии : Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции 28 ноября 2024 г. / ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко» ; Бендерский политехнический филиал. – Тирасполь : Изд-во Приднестр. ун-та ; Бендеры, 2025. – С. 16–18.
7. Shrey, V. Life cycle assessment of electric vehicles in comparison to combustion engine vehicles / V. Shrey, D. Gaurav, V. Puneet. – Текст : электронный // Materialstoday proceedings : Materials International Conference on Advancement in Materials, Manufacturing and Energy Engineering (ICAMME-2021) / edited by R. N. Kumar Nayak, G. Dwivedi, T. N. Verma. – 2022. – Vol. 49, pt. 2. – P. 217–222. – ISSN 2214-7853. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532100763X> (дата обращения: 20.06.2025).
8. Comi, A. Last-mile delivering: Analysis of environment-friendly transport / A. Comi, L. Savchenko. – Текст : электронный // Sustainable Cities and Society. – August 2021. – Vol. 74. – ISSN 2210-6707. – URL : https://www.researchgate.net/publication/353673911_Last-mile_delivering_Analysis_of_environment-friendly_transport (дата обращения: 21.06.2025).
9. Mariappa Babu, B. The Alternate Modes of Transportation in International Logistics / B. Mariappa Babu, P. S. Aithal. – Текст : электронный // Apex Journal of Business and Management. – 2023. – Vol. 01, iss. 01. – P. 121–134. – ISSN: 3021-9159. – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4673820 (дата обращения: 23.06.2025).

Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка
Проблемы загрязнения окружающей среды современным чистым автотранспортом**

Рассматриваются вопросы экологичности чистого автотранспорта. Современный автотранспорт остается ключевым источником загрязнения окружающей среды, несмотря на внедрение экологических стандартов (Евро-6/7, EPA Tier 3). Однако существующие методы оценки его воздействия, особенно для альтернативных видов транспорта (электромобили, водородные автомобили), часто не учитывают полный жизненный цикл и косвенные экологические риски.

К экологически чистым автомобилям относят транспорт, который использует для своей работы такие источники энергии, как электроэнергия, водородное топливо и биогаз. Эти виды транспорта считаются безопасными по всему миру. Но существует ряд экологических проблем при их эксплуатации, например, электромобили и частичные гибриды, которые используют аккумуляторы, переносят свои выбросы не в город, а на теплостанции, которые для получения электроэнергии сжигают топливо (уголь/газ). При сжигании угля в атмосферу выбрасываются такие вещества, как диоксид серы, оксиды азота, оксиды углерода и углекислый газ. Таким образом, электромобили и частичные гибриды нельзя считать полностью экологически чистыми, поскольку их воздействие на окружающую среду не устраняется, а переносится на теплостанции.

При использовании водородных автомобилей существуют проблемы его производства и хранения, так как водород взрывоопасен, к тому же не во всех мегаполисах есть водородные заправки, из-за чего данные автомобили неудобны для ежедневного использования. Авто на биотопливе уменьшают выбросы CO₂, но в это же время повышают выбросы альдегидов, которые опасны для организма человека. Солнечные автомобили на практике нерентабельны в странах континентального климата. В дождливые, пасмурные дни и холодное время года имеют очень маленькое КПД.

Учитывая все сказанное, необходимо разрабатывать новые способы перемещения по дорогам, или улучшать экологичность существующих видов «чистого» транспорта.

АВТОТРАНСПОРТ, ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ, ВОДОРОДНЫЙ ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, УТИЛИЗАЦИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ, ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Ia. O. Beletskii, A. I. Serdiuk
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeevka
Problems of Environmental Pollution by Modern Clean Motor Transport

The issues of the environmental friendliness of «clean» motor transport are considered. Modern motor transport remains a key source of environmental pollution, despite the introduction of environmental standards (Euro 6/7, EPA Tier 3). However, existing methods for assessing its impact, especially for alternative modes of transport (electric vehicles, hydrogen cars), often do not take into account the full life cycle and indirect environmental risks.

Environmentally friendly vehicles include vehicles that use other energy sources for their operation, such as electricity, hydrogen fuel and biogas. These types of transport are considered safe all over the world. But there are a number of environmental problems in their operation, for example, electric vehicles and partial hybrids that use batteries transfer their emissions not to the city, but to the thermal power plants that burn coal / gas fuel to generate electricity. When coal is burned, substances such as sulfur dioxide, nitrogen oxides, carbon oxides and carbon dioxide are emitted into the atmosphere. Thus, electric cars and partial hybrids cannot be considered completely environmentally friendly, since their impact on the environment is not eliminated, but transferred to the thermal power plants.

When using hydrogen cars, there are problems with its production and storage, since hydrogen is explosive, and not all megacities have hydrogen filling stations, which makes these cars inconvenient for daily use. Biofuel cars reduce CO₂ emissions, but at the same time increase aldehyde emissions that are dangerous for the human body. Solar cars only sound beautiful, but in practice they are not cost-effective in countries with a moderate climate. On rainy, cloudy days and in the cold season, they have a very small efficiency.

Taking into account all of the above, it is necessary to develop new ways of moving on roads, or improve the environmental friendliness of existing types of clean transport.

AUTOMOBILE TRANSPORT, ELECTRIC VEHICLE, HYDROGEN TRANSPORT, ENVIRONMENTAL PROBLEMS, LITHIUM-ION BATTERIES DISPOSAL, RENEWABLE ENERGY

Сведения об авторах:

Я. О. Белецкий

Телефон: +7 949 388-75-27

Эл. почта: ya.o.beletskiy@donnasa.ru

А. И. Сердюк

Телефон: +7 949 313-02-73

Эл. почта: a.i.serdyuk@donnasa.ru

Статья поступила 25.06.2025

© Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк 2025

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

УДК 338.24

О. А. Тимашкова

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

**ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ
ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

Обоснованы и обобщены принципы управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации с целью обеспечения методологической базы для дальнейшего их совершенствования на основе формирования соответствующего комплексного механизма управления. Проанализированы методологические основы для последующего совершенствования управленческих практик, что предшествует разработке комплексного механизма управления, интегрирующего передовые цифровые технологии.

Ключевые слова: бизнес-процесс, механизм управления, промышленное предприятие, процессный подход к управлению, управление, совершенствование бизнес-процессов, цифровая трансформация

Введение

Цифровая трансформация определена ключевой целью государственного развития России до 2030 года [1]. Цифровая трансформация промышленных предприятий в настоящее время определяет необходимость изменения подходов к организации производства и управления на основе синтеза современных информационных технологий, цифровых решений и оптимизации бизнес-процессов в соответствии с требованиями цифровой бизнес-среды. Сложность, динамичность и многофакторность трансформационных процессов обуславливают необходимость разработки качественно новых подходов к управлению промышленными предприятиями и их бизнес-процессами в современных условиях. Передовые промышленные предприятия с высоким уровнем цифровой зрелости задействуют цифровые технологии на всех этапах реализации цепочки создания ценности для клиентов. Для обеспечения эффективной цифровой трансформации и повышения цифровой зрелости промышленных предприятий их бизнес-процессы должны быть описаны, проанализированы, регламентированы, усовершенствованы, оптимизированы и затем интегрированы в комплексные цифровые решения. С этой целью разрабатывается механизм управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации. При этом важное научное значение имеет формирование методологической основы такого механизма на основе обобщения системы принципов управления.

Анализ публикаций

Актуальность проблемы обуславливает пристальное внимание к ней со стороны отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области управления. Вопросам цифровой трансформации посвящены труды таких ученых, как И. В. Абрамов, Ю. И. Грибанов, Дж. Клерк, Н. А. Кравченко, Х. Лорентс, В. Д. Маркова, Н. Негропонте, Е. И. Рузина, Дж. Срей, Д. Талскотт, И. А. Толочко, Е. А. Яковлева и других.

Теоретико-методологический базис процессного подхода к управлению сформирован в научных публикациях таких ученых, как Х. Биннер, А. Бьерн, У. Э. Деминг, Д. Джестон, Й. Нелис, Г. О. Нив, Х. В. Низведен, М. Ротер, Дж. Чампи, М. Хаммер, Дж. Харрингтон,

В. А. Шер, В. Шухарт, К. С. Эсселинг и других. Проблемы управления бизнес-процессами предприятий и организаций различных видов экономической деятельности исследовались в работах таких отечественных ученых, как Н. М. Абдикеев, Г. В. Агафонова, М. М. Болдырев, А. И. Громов, Т. П. Данько, М. А. Дмитренко, А. В. Дьячкова, А. З. Евлоев, В. Г. Елиферов, С. В. Ильдеменов, А. Д. Киселев, А. И. Козловская, Г. У. Корнеев, А. В. Корнеева, О. Крышкин, Ю. В. Ляндау, А. Г. Мадера, В. В. Репин, А. В. Сидорова, Е. А. Хлевная, А. А. Цыганов и других.

Несмотря на обширную и развитую теоретико-методологическую базу в области управления бизнес-процессами, исследование вопросов управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации требует дальнейшего совершенствования.

Цель работы

Обосновать и обобщить систему принципов управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации для формирования методологической основы при разработке комплексного механизма управления ими.

Основная часть

Управление бизнес-процессами основывается на целой системе базовых положений и принципов, опирающихся на законы, изучаемые другими науками, связанными с управлением. Принципы управления бизнес-процессами определяют структуру управляемой системы, методы воздействия, основополагающие нормы и правила, организацию и систему управления промышленного предприятия. Они также задают направление развития предприятия и его структурных подразделений. На основе этих принципов происходит корректировка целей предприятия и уточнение приоритетов.

Принципы управления определяют стратегию руководства предприятием и его структурными подразделениями. Исследование принципов управления в настоящее время является актуальной темой, поскольку в современных условиях невозможно обеспечить эффективное функционирование и рост объемов деятельности предприятия, не опираясь на изученные, обоснованные и проверенные практикой принципы управления [2].

В условиях цифровой экономики управление бизнес-процессами превращается в стратегическое направление деятельности предприятия. Для достижения успеха необходимо разрабатывать подходы, которые будут соответствовать целям и специфике промышленного предприятия, учитывая уникальные особенности отрасли и инфраструктуры.

Принципы управления бизнес-процессами промышленного предприятия в условиях цифровой трансформации содержат целый ряд методологических правил при разработке стратегий и методов, направленных на оптимизацию работы предприятий. Они включают в себя установление ясных целей и задач, определение ключевых процессов, непрерывное улучшение процессов, а также мониторинг и контроль исполнения задач.

Принципы управления являются ключевым структурным элементом. В данном исследовании под принципами управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации будем понимать те ключевые правила, основные положения и нормы, которым должны соответствовать принимаемые управленческие решения при реализации механизма и концепции управления бизнес-процессами в условиях цифровой трансформации. Для обеспечения высокой цифровой зрелости промышленных предприятий за счет изменения, совершенствования и оптимизации бизнес-процессов выделены три группы принципов управления: принципы функционирования и развития промышленных предприятий как сложных социально-экономических систем (СЭС); принципы цифровой трансформации промышленных предприятий; принципы управления бизнес-процессами промышленных предприятий. Структура разработанной автором системы принципов представлена на рисунке [3].

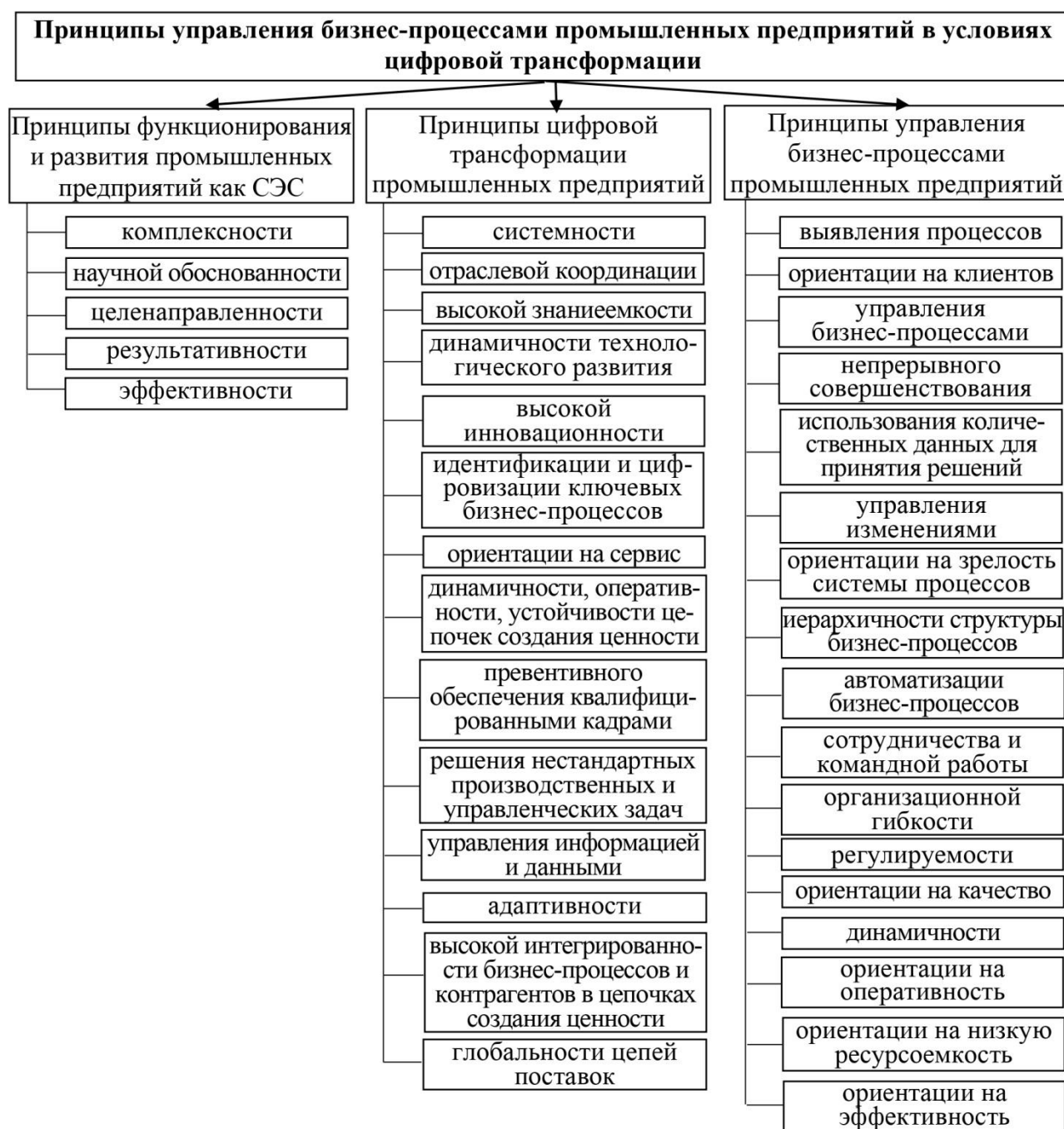


Рисунок – Система принципов управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации

Принципы функционирования и развития промышленных предприятий как СЭС включают [3]:

- *принцип комплексности* – в состав системы должны входить все элементы, которые требуются и являются достаточными для эффективного выполнения функций и задач в соответствии с определенными стандартами и условиями, а также с учетом тщательного анализа и обоснования принятого решения;
- *принцип научной обоснованности управления* – управленческие решения и действия должны базироваться на строго научных методах и подходах. Этот принцип предполагает проведение всестороннего анализа и учета множества факторов, влияющих на эффективность функционирования промышленного предприятия как сложной экономической системы;

- *принцип целенаправленности* – оптимальная организация бизнес-процессов, позволяет достичь поставленных целей;

- *принцип результативности* – детальный анализ выполнения бизнес-процессов, оценка результативности, а также выявление возможностей для оптимизации; определение связи между целями и критериями их достижения на всех уровнях управления; непрерывный мониторинг динамики внутренних и внешних трансформаций;

- *принцип эффективности* – снижение затрат, многозадачность, рациональное использование ресурсов, структурированная система мониторинга и отчетности.

Анализ экономической литературы [4–10] показал, что к системе принципов цифровой трансформации промышленных предприятий целесообразно отнести:

- *принцип системности* – объекты и явления в процессе цифровой трансформации могут быть рассмотрены как системы, обладающие определенной структурой и функционирующие по своим законам, которые влияют на взаимодействие элементов между собой и с внешней средой;

- *принцип отраслевой координации* – формирование унифицированного цифрового промышленного пространства, интеграция смежных областей на уровне цифрового взаимодействия;

- *принцип высокой знаниеемкости* – непрерывное обогащение знаний на базе цифровых компетенций и новейших навыков цифрового управления бизнес-процессами промышленных предприятий;

- *принцип динамичности технологического развития* – непрерывный процесс изменений и технологический прогресс, происходящий под воздействием технических, экономических и институциональных факторов;

- *принцип инновационности* – это не только обновление технологий, но и новый подход к развитию промышленного предприятия;

- *принцип идентификации и цифровизации ключевых бизнес-процессов* – определение целей и задач, моделирование текущих процессов, разработка оптимальных процессов, внедрение технологий и автоматизация, создание процедур и стандартов, оценка рисков и контроль качества, внедрение и постоянное совершенствование;

- *принцип ориентации на сервис* – разработка и внедрение процессов, направленных на постоянное улучшение качества сервисов, является ключевой стратегией оптимизации внутренних процессов промышленного предприятия. Это позволяет систематически выявлять и устранять недостатки, а также внедрять инновации, направленные на повышение удовлетворенности клиентов и эффективности бизнес-процессов;

- *принцип динамичности, оперативности и устойчивости создания цепочек ценностей* – возникновение инновационных ценностных предложений, обострение конкурентной борьбы со стороны новых цифровых компаний, внедрение автоматизации и мгновенный обмен данными. Обеспечение устойчивости в процессе создания ценностей требует долгосрочного планирования, которое, в свою очередь, предполагает стабильность и наличие крупных интегрированных производственных систем;

- *принцип превентивного обеспечения квалифицированными кадрами* – кадровая политика промышленного предприятия в условиях цифровой трансформации должна быть ориентирована на формирование кадрового потенциала в будущем;

- *принцип решения нестандартных производственных и управленческих задач* – применение методов повышения эффективности творческой деятельности занятого персонала, анализ и моделирование бизнес-процессов промышленных предприятий с применением современных информационных технологий;

- *принцип управления информацией и данными* – единый подход к обработке данных; высокое качество информации (достоверность, полнота, актуальность и своевременность); соблюдение законодательных актов нормативных документов и отраслевых стандартов, регламентирующих работу с данными; прозрачность процессов работы с данными для всех

участников; идентификация и классификация данных; обеспечение контроля с целью безопасности и защиты данных; создание резервных копий и восстановление данных; организация эффективного управления данными (свободный доступ и использование информации для принятия эффективных управленческих решений и совершенствования бизнес-процессов);

– *принцип адаптивности* – критерии, по которым происходит преобразование, не являются постоянными, они должны постоянно развиваться в тесном сотрудничестве с вовлеченными участниками, принимая во внимание текущие нужды людей и приспосабливаясь к изменениям в обществе. На всех стадиях процесса преобразования необходимо учитывать новые проблемы;

– *принцип высокой интегрированности бизнес-процессов и контрагентов в цепочках создания ценности* – в рамках интегрированной кооперационной сети бизнес-процессы и контрагенты эффективно взаимодействуют и интегрируются. Каждая организация сохраняет свою автономию, одновременно участвуя в многочисленных цепочках и осуществляя координацию не только собственной операционной деятельности, но и взаимодействий с другими участниками каждой цепочки;

– *принцип глобальности цепей поставок* – взаимодействие и координация (для непрерывного функционирования промышленных предприятий необходимо учитывать многообразие международных норм, культурных особенностей и логистических вызовов); адаптация к изменяющимся внешним условиям (способность прогнозировать возможные сбои и оперативно адаптироваться к изменяющимся условиям); диверсификация источников (возможность предприятия использовать сырье и материалы стран-партнеров и тем самым минимизировать риск возникновения сбоев).

На основе анализа литературы в области процессного подхода к управлению [11–24] идентифицированы и обобщены следующие принципы управления бизнес-процессами промышленных предприятий:

– *принцип выявления процессов* – определение границ и целей анализа бизнес-процессов предприятия; сбор информации с целью точной идентификации бизнес-процессов; определение ключевых показателей с целью контроля за выполнением бизнес-процессов;

– *принцип ориентации на клиентов* – понимание запросов потребителей, их нужд, стремлений и предпочтений. Умение оперативно адаптироваться к меняющимся условиям рынка и потребностям потребителей – это ключевой навык, позволяющий предприятию оставаться конкурентоспособным. Постоянное совершенствование продукции и услуг на основе обратной связи – залог успешного развития любого предприятия;

– *принцип управления бизнес-процессами* – описание бизнес-процессов, оформленное документально; оценка соотношения ущерба и выгоды от изменений; первоначальная оптимизация ключевых элементов и операций бизнес-процессов; обеспечение информационной поддержки сотрудников. Управление любым бизнес-процессом проводится с целью постоянного повышения его эффективности;

– *принцип непрерывного совершенствования бизнес-процессов* – постоянная работа над повышением эффективности и оптимизации всех аспектов деятельности промышленного предприятия. Включает в себя анализ производительности, выявление возможностей для улучшения и постепенную трансформацию бизнес-процессов, продуктов и персонала;

– *принцип использования количественных данных для принятия решений* – сбор, анализ и принятие решений на основе конкретных данных, их анализе, моделировании, прогнозировании поведения объекта управления под воздействием целенаправленных управленческих воздействий;

– *принцип управления изменениями* – привлечение работников в процесс изменений; четкий план, определяющий этапы и временные рамки; адаптация к условиям рынка; создание гибкой корпоративной культуры; обучение и поддержка персонала вследствие происходящих изменений; мониторинг результатов и корректировка в случае необходимости;

– *принцип ориентации на зрелость системы процессов* – эффективность бизнес-процессов может быть объективно оценена через призму уровня зрелости процессов. Этот фундаментальный постулат является краеугольным камнем в методологии моделей зрелости процессов, которые, в свою очередь, позволяют проводить комплексную диагностику текущего состояния процессов и формулировать стратегически обоснованные рекомендации для их оптимизации и дальнейшего развития. Оценка зрелости процессов выступает в качестве ключевого инструмента для идентификации областей, требующих первоочередного вмешательства, а также для разработки целевых сценариев совершенствования, направленных на повышение общей операционной эффективности и конкурентоспособности организации;

– *принцип иерархичности структуры бизнес-процессов* – оптимальная организационная структура и система распределения полномочий. Позволяет обеспечить ясность и легкость в описании на верхнем уровне, где руководитель оперирует сводными данными, не увязая в деталях. При этом сохраняется круговая причинно-следственная связь: высший уровень влияет на низший, но и поведение множества сотрудников в совокупности формирует показатели предприятия, оказывая влияние на решения руководства;

– *принцип автоматизации бизнес-процессов* – интеграция передовых механизмов и алгоритмов, предполагающая выполнение операций с более высокой скоростью, точностью и эффективностью по сравнению с традиционными человеческими методами. Позволяет существенно оптимизировать производственные и управленческие процессы, минимизировать временные и финансовые затраты, а также перераспределить трудовые ресурсы в пользу стратегических задач. В результате автоматизация способствует повышению общей производительности и конкурентоспособности организации;

– *принцип динамичности* – входные ресурсы, внутренние правила, алгоритмы, технологии и законы постоянно меняются, что приводит к непрерывному изменению конечного продукта с течением времени. Динамичными могут быть бизнес-процессы, длительность реализации которых превышает время цикла трансформации или совершенствования. Данный принцип достаточно актуален, так как бизнес в настоящее время достаточно динамичен;

– *принцип ориентации на низкую ресурсоемкость* – внедрение рационального использования ресурсов в общую стратегию развития промышленного предприятия; комплексный подход к бизнес-процессам производства, применению и обслуживанию ресурсов, а также интеграция системы ресурсосбережения не только в технологические и экономические бизнес-процессы, но и в финансовые, налоговые и бизнес-процессы управления персоналом;

– *принцип регулируемости* – регламентация бизнес-процессов, которая подразумевает разработку и поддержание в актуальном состоянии документов, служащих основой для управления этими бизнес-процессами. Речь идет о стандартах предприятия, положениях, регламентах, инструкциях и других нормативно-правовых документах, обеспечивающих эффективное функционирование промышленного предприятия;

– *принцип ориентации на качество* – внедрение на предприятии системы мер, направленных на обеспечение действенного мониторинга, оценки и анализа бизнес-процессов. Позволит своевременно вносить коррективы и улучшения, необходимые для обеспечения бесперебойной и эффективной работы промышленного предприятия;

– *принцип сотрудничества и командной работы* – все члены команды достигают единого понимания, что является результатом внутреннего согласия каждого с общим результатом и внутренней мотивацией к реализации принятого решения. Каждый участник несет ответственность за результат;

– *принцип организационной гибкости* – параллельное решение текущих задач и способность подстраиваться под новые условия;

– *принцип ориентации на оперативность* – является основополагающим и обеспечивает эффективное функционирование промышленного предприятия в условиях быстро меняющейся рыночной конъюнктуры. В рамках оперативного управления можно выделить несколько

основных стадий: разработка плана действий, контроль за выполнением, исследование и улучшение рабочих процессов;

– *принцип ориентации на эффективность* – комплексный анализ бизнес-процесса с целью выявления его ключевых характеристик и требований к выходным параметрам. Это включает в себя детальное исследование степени удовлетворенности клиентов, экономической эффективности, качества и других критических показателей. На основе полученных данных формулируются целевые значения для каждого из этих параметров, что служит основой для последующей оптимизации процесса. Далее следует этап реинжиниринга бизнес-процесса, направленный на достижение установленных целевых значений. Этот процесс предполагает радикальное переосмысление и перепроектирование существующих процедур с целью повышения их эффективности, адаптивности и соответствия современным стандартам управления. Особое внимание уделяется интеграции передовых технологий и методов, что позволяет значительно повысить производительность и качество выходного продукта.

Заключение

Таким образом, в представленном исследовании обоснована и обобщена система принципов управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации. Сложность и многогранность трансформационных процессов обусловили выделение трех подсистем принципов: принципов функционирования и развития промышленных предприятий как социально-экономических систем (СЭС); принципов цифровой трансформации промышленных предприятий; принципов управления бизнес-процессами промышленных предприятий. Эти принципы обеспечивают формирование правил и методологической основы при разработке комплексного механизма управления бизнес-процессами в условиях цифровой трансформации. Его разработка и реализация является предметом дальнейших исследований автора.

Список литературы

1. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : Указ Президента Российской Федерации № 203 от 09.05.2017 г. – Текст : электронный // Президент России : официальный сайт. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 21.03.2025).
2. Новопашина, А. А. Содержание и классификация принципов управления предприятием, особенности их применения в современной экономической среде / А. А. Новопашина // Проблемы и перспективы экономики и управления : материалы V Международной научной конференции, Санкт-Петербург, декабрь 2016 г. – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2016. – С. 117–120.
3. Курносова, О. А. Концептуальная модель управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации / О. А. Курносова, О. А. Тимашкова // Теория и практика общественного развития. – 2024. – № 10. – С. 145–155.
4. Кафиятуллина, Ю. Н. Принципы цифровой трансформации бизнеса в современных условиях. Ч. 1 / Ю. Н. Кафиятуллина, Д. А. Курочкин, Д. В. Сердечный // Вестник университета. – 2022. – № 6. – С. 74–82.
5. Каблашова, И. В. Инновационное развитие системы управления предприятием в условиях цифровой трансформации / И. В. Каблашова, И. В. Логунова, Ю. А. Саликов. – Текст : электронный // Организатор производства. – 2019. – Т. 27. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnoe-razvitie-sistemy-upravleniya-predpriyatiem-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii> (дата обращения: 27.03.2025).
6. Болотина, А. С. Анализ влияния цифровой трансформации на традиционные бизнес-модели / А. С. Болотина // Молодой ученый. – 2023. – № 45(492). – С. 149–152.
7. Масленников, В. В. Методология цепочек создания ценности в условиях цифровой трансформации организаций / В. В. Масленников, Н. Д. Воронин // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13. – № 6А. – С. 738–749.
8. Слепцова, Ю. А. Интеграционная стратегия предприятия в условиях цифровой трансформации экономики / Ю. А. Слепцова, Р. М. Качалов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2018. – Т. 11. – № 5. – С. 7–21.
9. Ананьин, В. И. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность / В. И. Ананьин, К. В. Зимин, М. И. Лугачев [и др.] // Бизнес-информатика. – № 2(44). – 2018. – С. 45–54.
10. Фетюхина, О. Н. Концепция и маркетинг глобальной цепи поставок продукции / О. Н. Фетюхина // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2007. – Т. 5. – № 3. – Ч. 3. – С. 306–312.

11. Колесникова, А. В. Основные принципы организации работы клиентоориентированной компании / А. В. Колесникова // Евразийский Союз Ученых. Экономические науки. – 2015. – № 4(13). – С. 160–161.
12. Воскресенская, О. В. Об управлении бизнес-процессами на предприятии / О. В. Воскресенская. – Текст : электронный // E-Scio. – 2023. – № 3(78). – С. 474–484. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-upravlenii-biznes-protsessami-na-predpriyatii> (дата обращения: 30.03.2025).
13. Криворучко, О. Н. Непрерывное совершенствование бизнес-процессов предприятия / О. Н. Криворучко. – Текст : электронный // Экономика транспортного комплекса. – 2016. – № 27. – С. 41–51. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nepreryvnoe-sovershenstvovanie-biznes-protsessov-predpriyatiya> (дата обращения: 30.03.2025).
14. Келарев, В. В. Механизм управления организационными изменениями предприятия в современных условиях / В. В. Келарев. – Текст : электронный // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2014. – № 2. – С. 64–71. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mechanizm-upravleniya-organizatsionnymi-izmeneniyami-predpriyatiya-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 30.04.2025).
15. Сильченко, К. Г. Бизнес-процесс как основа процессного подхода / К. Г. Сильченко, Н. А. Кривоносенко. – Текст : электронный // Молодой ученый. – 2022. – № 20(415). – С. 500–504. – URL: <https://moluch.ru/archive/415/91607/> (дата обращения: 11.03.2025).
16. Минтуш, О. В. Динамическая система управления организациями / О. В. Минтуш. – Текст : электронный // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 4. – С. 133–137. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamicheskaya-sistema-upravleniya-organizatsiyami> (дата обращения: 11.03.2025).
17. Речкалов, А. В. Подход к построению структуры управления бизнес-процессами предприятия / А. В. Речкалов, Д. А. Ерофеев, И. Т. Ахмедшин. – Текст : электронный // Вестник УГАТУ. – 2007. – Т. 9. – № 4. – С. 48–56. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-postroeniyu-struktury-upravleniya-biznes-protsessami-predpriyatiya> (дата обращения: 11.03.2025).
18. Астафьева, О. Е. Особенности организации эффективной системы управления ресурсосбережением и энергоэффективностью в различных отраслях экономики / О. Е. Астафьева. – Текст : электронный // Вестник университета. – 2017. – № 2. – С. 197–201. – URL: <https://vestnik.guu.ru/jour/article/viewFile/616/39> (дата обращения: 11.03.25).
19. Хубаев, Г. Н. Оценка резервов снижения ресурсоемкости товаров и услуг: методы и инструментальные средства / Г. Н. Хубаев. – Текст : электронный // Прикладная информатика. – 2012. – № 2(38). – С. 111–117. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rezervov-snizheniya-resursoemkosti-tovarov-i-uslug-metody-i-instrumentalnye-sredstva> (дата обращения: 11.03.2025).
20. Федорин, Л. Э. Регламентация бизнес-процессов как механизм повышения эффективности хозяйственной деятельности хозяйствующих субъектов / Л. Э. Федорин, Ю. М. Логвинова. – Текст : электронный // Экономика космоса. – 2022. – № 1. – С. 13–18. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reglamentatsiya-biznes-protsessov-kak-mechanizm-povysheniya-effektivnosti-hozyaystvennoy-deyatelnosti-hozyaystvuyuschih-subektov> (дата обращения: 11.03.2025).
21. Методика управления бизнес-процессами предприятия рамках системы менеджмента качества / О. В. Мартыненко, Т. С. Кочегарова, Ф. Календаров, О. Б. Портнягин. – Текст : электронный // Экономика и экологический менеджмент. – 2020. – № 3. – С. 133–143. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-upravleniya-biznes-protsessami-predpriyatiya-ramkah-sistemy-menedzhmenta-kachestva> (дата обращения: 16.03.2025).
22. Алехина, О. Е. Эффективный метод командного взаимодействия // О. Е. Алехина, А. Л. Гапоненко, Т. В. Ушакова // Государственная служба. – 2021. – Т. 23. – № 2. – С. 34–38.
23. Майкова, С. Э. Снижение ресурсоемкости производства как важнейшее условие обеспечения роста экономики без ущерба для экологии / С. Э. Майкова. – Текст : электронный // Отходы и ресурсы : [интернет-журнал]. – 2021. – Т. 8. – № 2. – DOI: 10.15862/07ECOR221. – URL: <https://resources.today/PDF/07ECOR221.pdf> (дата обращения: 16.03.2025).
24. Плотников, А. В. Концептуальная модель организационной гибкости / А. В. Плотников. – Текст : электронный // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15. – № 12. – С. 4851–4862. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualnaya-model-organizatsionnoy-gibkosti> (дата обращения: 17.03.2025).

О. А. Тимашкова

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

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

**Принципы управления бизнес-процессами промышленных предприятий
в условиях цифровой трансформации**

Цифровая трансформация определена ключевой целью государственного развития России до 2030 года. Для обеспечения эффективной цифровой трансформации и повышения цифровой зрелости промышленных предприятий их бизнес-процессы должны быть описаны, проанализированы, регламентированы, усовершенствованы,

оптимизированы и затем интегрированы в комплексные цифровые решения. С этой целью требуется разработка механизма управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации. При этом важное научное значение имеет формирование методологической основы такого механизма на основе обобщения системы принципов управления.

Принципы управления бизнес-процессами промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации – это ключевые правила, основные положения и нормы, которым должны соответствовать принимаемые управленческие решения при реализации механизма и концепции управления бизнес-процессами в условиях цифровой трансформации. Для обеспечения высокой цифровой зрелости промышленных предприятий за счет изменения, совершенствования и оптимизации бизнес-процессов выделены три группы принципов управления: принципы функционирования и развития промышленных предприятий как социально-экономических систем; принципы цифровой трансформации промышленных предприятий; принципы управления бизнес-процессами промышленных предприятий. Все эти принципы формируют правила и обеспечивают методологическую основу при разработке комплексного механизма управления бизнес-процессами в условиях цифровой трансформации. Его разработка и реализация является предметом дальнейших исследований автора.

БИЗНЕС-ПРОЦЕСС, МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ, ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ, УПРАВЛЕНИЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ, ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

O. A. Timashkova

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

**Principles of Managing Business Processes of Industrial Enterprises in the Context
of Digital Transformation**

Digital transformation is defined as a key goal of Russia's state development until 2030. To ensure effective digital transformation and improve digital maturity of industrial enterprises, their business processes must be described, analyzed, regulated, improved, optimized and then integrated into comprehensive digital solutions. For this purpose, it is necessary to develop a mechanism for managing the business processes of industrial enterprises in the context of digital transformation. At the same time, it is of great scientific importance to form a methodological basis for such a mechanism based on a generalization of the system of management principles.

Under the principles of business process management of industrial enterprises in the context of digital transformation, we will understand those key rules, basic provisions and norms that management decisions must comply with when implementing the mechanism and concept of business process management in the context of digital transformation. To ensure high digital maturity of industrial enterprises by changing, improving and optimizing business processes, three groups of management principles are summarized: principles of functioning and development of industrial enterprises as complex socio-economic systems; principles of digital transformation of industrial enterprises; principles of business process management of industrial enterprises. All these principles form the rules and provide a methodological basis for the development of the integrated business process management mechanism in the context of digital transformation. Its development and implementation is the subject of further author's research.

BUSINESS PROCESS, MANAGEMENT MECHANISM, INDUSTRIAL ENTERPRISES, PROCESS APPROACH TO MANAGEMENT, MANAGEMENT, BUSINESS PROCESS IMPROVEMENT, DIGITAL TRANSFORMATION

Сведения об авторе:

О. А. Тимашкова

SPIN-код РИНЦ:

6702-0121

Телефон:

+7 949 421-42-92

Эл. почта:

oa79@rambler.ru

Статья поступила 27.05.2025

© О. А. Тимашкова, 2025

Рецензент: С. А. Легкий, канд. экон. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

Л. П. Вовк, д-р техн. наук, М. В. Волин

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

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТОВ

В статье рассматривается модель рекомендательной системы в области торговых отношений, основанная на контентной фильтрации. Обоснована актуальность темы в условиях роста объемов данных, формулируются цель и задачи исследования. Представлен простой синтетический эксперимент, иллюстрирующий работу контентно-ориентированного рекомендателя. Описаны метрики оценки качества рекомендаций Precision@N и MAP, а также даны примеры их расчета. Полученные результаты и их обсуждение демонстрируют эффективность предложенного подхода и дают основу для дальнейших исследований.

Ключевые слова: рекомендательная система, контентная фильтрация, профиль пользователя, метрика Precision@N, средняя точность, синтетический эксперимент

Введение

На текущий момент рекомендательные системы (РС) (Recommender Systems, RecSys) являются одними из наиболее значимых и повсеместно используемых компонентов современных информационных систем. Их актуальность и влияние продолжают расти с экспоненциальным увеличением объемов данных и разнообразия контента и товаров, доступных пользователям.

Суть рекомендательных систем заключается в предоставлении персонализированных предложений пользователям, будь то товары, услуги, контент (фильмы, музыка, новости), информация или даже люди. Главная цель РС – помочь пользователям справляться с информационной перегрузкой, повысить их удовлетворенность, увеличить вовлеченность, конверсию (покупки, просмотры) и лояльность.

В современных информационных системах рекомендательные системы стали повседневным инструментом, упрощающим поиск релевантного контента для пользователей. Они позволяют сервисам анализировать интересы пользователей и предлагать им подходящие товары или услуги, что повышает пользовательскую удовлетворенность и экономический эффект [1]. Рекомендательные системы представляют собой сложные алгоритмы, созданные для формирования релевантных рекомендаций на основе анализа прошлых действий пользователей [2]. Таким образом, рекомендательные системы – это не просто дополнительная функция, а фундаментальная часть архитектуры современных информационных систем, которая лежит в основе их персонализации, эффективности и конкурентоспособности.

Основные подходы к построению рекомендаций включают коллаборативную фильтрацию, контентную фильтрацию и гибридные методы. В отличие от коллаборативной фильтрации, ориентированной на взаимоотношения «пользователь – пользователь» или «товар – товар», контентная фильтрация использует информацию о характеристиках товаров и профилях пользователей [3].

Контентная фильтрация (Content-Based Filtering) – это алгоритм рекомендаций, который основывается на характеристиках (атрибутах) товаров и предпочтениях пользователей. Главная задача алгоритма контентной фильтрации – сопоставить интересы пользователя с атрибутами товаров, чтобы предложить те, которые лучше всего соответствуют его запросам и вкусам [1]. Контентная фильтрация – это один из основных подходов в РС, который форми-

рует рекомендации, основываясь на сходстве характеристик (содержания) самих объектов и предпочтений пользователя, выраженных через его взаимодействие с этими характеристиками.

Для каждого объекта (статьи, товара) создается подробный «профиль», который описывает его ключевые характеристики (атрибуты, метаданные). Для статьи – это ключевые слова, рубрики, авторы, темы, длина. Для товара – категория, бренд, цвет, размер, функции, технические характеристики. Эти характеристики могут быть представлены в виде векторов признаков. Может быть использован, например, TF-IDF для текста (TF-IDF – это числовая статистика, отражающая важность слова для документа в коллекции или корпусе. Это широко используемый метод в поиске информации и машинном обучении для взвешивания терминов на основе их частоты в документе и их редкости во всей коллекции). Также возможно применение однократного кодирования (one-hot encoding) для категориальных признаков. Однократное кодирование – это метод, используемый в машинном обучении для представления категориальных данных в виде числовых данных. Он преобразует каждую категорию в двоичный вектор, где только один элемент является «горячим» (1), а остальные – «холодными» (0), указывая на наличие или отсутствие этой конкретной категории.

Для каждого пользователя создается «профиль предпочтений», который строится на основе его предыдущих взаимодействий с объектами (просмотры, покупки, лайки, оценки). Этот профиль отражает, какие характеристики объектов пользователь предпочитает. Профиль пользователя также может быть представлен в виде вектора, часто как усредненный или агрегированный вектор характеристик объектов, с которыми пользователь взаимодействовал положительно.

Когда нужно сделать рекомендацию, система сравнивает профиль пользователя с профилями объектов, которые пользователь еще не видел (или не взаимодействовал с ними). Объекты, чьи профили максимально похожи на профиль пользователя, считаются наиболее релевантными и рекомендуются ему. Для измерения сходства часто используются метрики, такие как косинусное сходство (cosine similarity) между векторами признаков.

Для контентной фильтрации не нужны данные о других пользователях. Рекомендации генерируются на основе индивидуальной истории пользователя и свойств объектов. Это позволяет рекомендовать новые объекты (товары, статьи), у которых нет истории взаимодействий от других пользователей. Достаточно, чтобы у нового объекта был сформирован его профиль.

При правильной реализации контентная фильтрация может предлагать более разнообразные рекомендации, если профиль пользователя не слишком узкий, и система способна обнаруживать более тонкие связи между признаками.

Фильтрация контента также широко используется в Интернете для ограничения и исключения из доступа веб-страниц в Интернете или сообщений из электронной почты, которые считаются нежелательными. Он также известен как фильтрация информации. Метод работает путем указания строк символов, которые, если совпадают, указывают на нежелательный контент, который должен быть отсеян. Фильтрация веб-контента – это брандмауэр, блокирующий доступ к определенным сайтам. Фильтрация контента и продукты, которые предлагают эту услугу, можно разделить на веб-фильтрацию – проверку веб-сайтов или страниц, и фильтрацию электронной почты – проверку электронной почты на спам или другой нежелательный контент. В статье [4] представлен полный обзор основных типов, задач, инструментов, процесса и алгоритма, задействованного в фильтрации веб-контента, а также предложена новая методология для проверки текстового контента на веб-страницах и принятия алгоритма решения о том, разрешен или запрещен доступ к веб-странице.

В работах [5, 6] представлено подробное описание фильтрации веб-контента товаров и услуг, ее методов, типов, задач, процесса, пяти типов инструментов и их использования, а также кратко обсуждается алгоритм раннего принятия решения для ускорения фильтрации предлагаемого товара.

Анализ научных публикаций позволяет утверждать, что контентная фильтрация – это мощный подход в рекомендательных системах, но он, как и любой другой метод, имеет свои

существенные недостатки, которые ограничивают его эффективность в различных сценариях.

Самый значительный недостаток предлагаемых моделей – проблема переспециализации (Over-specialization / Filter Bubble). Поскольку контентная фильтрация рекомендует объекты, максимально похожие на те, которые пользователь уже оценил или с которыми взаимодействовал, система имеет тенденцию к чрезмерной специализации. Она постоянно предлагает пользователю похожий контент, не выходя за рамки его «известных» интересов. В результате пользователь попадает в «пузырь фильтров», где ему показывают только то, что соответствует его текущему профилю. Он не может открыть для себя что-то новое, неожиданное, что, возможно, ему тоже понравилось бы, но имеет иные характеристики.

Следует сказать, что эффективность контентной фильтрации напрямую зависит от того, насколько полно, точно и подробно описаны характеристики каждого объекта. Если атрибуты скудны, неполны, неточно извлечены или не способны уловить все нюансы вкуса пользователя, то рекомендации будут низкого качества. В результате модель может упустить важные, но неочевидные факторы, которые влияют на предпочтения пользователя.

В публикациях не проанализирована проблема «холодного старта» для новых пользователей (Cold Start for New Users). Ее суть состоит в том, что для построения точного профиля предпочтений пользователя, системе необходимо достаточное количество его предыдущих взаимодействий (просмотров, оценок, покупок). Если пользователь новый и у него нет истории взаимодействия, системе не на чем основывать рекомендации. Таким образом, новый пользователь не получает персонализированных рекомендаций или получает очень общие, нерелевантные рекомендации (например, по популярности), пока не накопит достаточную активность. Это может привести к его быстрому оттоку.

Из-за этих недостатков контентная фильтрация редко используется в чистом виде в крупных современных рекомендательных системах. Вместо этого ее часто комбинируют с другими подходами, в первую очередь с коллаборативной фильтрацией, создавая гибридные рекомендательные системы. Это позволяет компенсировать слабости одного метода сильными сторонами другого.

Цель настоящего исследования – разработать и проанализировать смешанную модель рекомендательной системы в области торговых отношений на основе контентной фильтрации и провести ее оценку с помощью стандартных метрик качества.

Задачи исследования включают:

- анализ принципов построения контентно-ориентированных рекомендателей и существующих подходов к формированию профилей пользователей;
- разработку методики синтетического эксперимента для оценки модели: генерацию искусственных данных о товарах и предпочтениях пользователей;
- реализацию алгоритма контентной фильтрации на основе вычисления сходства между профилем пользователя и векторами признаков товаров;
- оценку качества рекомендаций с использованием метрик Precision@N и MAP и анализ полученных результатов.

Основной материал исследования

В математической модели контентной фильтрации рассмотрим более детально этапы формирования профиля пользователя, определения схожести и построения рекомендаций. Также уделим внимание каждому этапу модели и инструментам, используемым для оценки качества рекомендаций.

1. Определение множества признаков и векторного представления товаров.

В контентной фильтрации каждый товар описывается набором характеристик (атрибутов), которые могут быть:

- бинарными признаками, указывающими на наличие или отсутствие определенной характеристики, например: «новинка» (1 – да, 0 – нет);

– категориальными признаками, например, брендами, которые часто кодируют с использованием метода one-hot encoding;

– числовыми признаками, такими как цена, рейтинг, объем.

Обозначим товар i_j в виде вектора признаков:

$$x_j = [x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jk}], \quad (1)$$

где k – число признаков (атрибутов).

2. Формирование профиля пользователя на основе взаимодействий с товарами.

Контентная фильтрация строит профиль предпочтений пользователя p_i на основе товаров, с которыми пользователь u_i взаимодействовал. Взаимодействие может включать просмотр товаров, добавление в корзину, покупки и т. д. [1, 4].

1) Средневзвешенное значение признаков.

Для формирования профиля p_i мы можем усреднить признаки всех товаров, с которыми взаимодействовал пользователь. Обозначим множество таких товаров как I_{u_i} :

$$p_i = \frac{1}{|I_{u_i}|} \sum_{i_j \in I_{u_i}} x_i, \quad (2)$$

где x_i – вектор признаков товара i_j ;

$|I_{u_i}|$ – число товаров, с которыми взаимодействовал пользователь.

2) Взвешенное усреднение на основе уровня взаимодействия.

Если для разных типов взаимодействий (например, «просмотр» или «покупка») мы хотим назначить разный вес, профиль формируется как взвешенное среднее:

$$p_i = \frac{1}{\sum_{l=1}^L w_l |I_{u_i}^l|} \sum_{l=1}^L \sum_{i_j \in I_{u_i}^l} w_l x_i, \quad (3)$$

где L – количество типов взаимодействий;

$I_{u_i}^l$ – подмножество товаров, с которыми у пользователя был тип взаимодействия l ;

w_l – вес данного типа взаимодействия.

3. Применение метода вычисления сходства.

Для рекомендации товаров пользователю необходимо найти меру сходства между профилем пользователя p_i и характеристиками товаров x_i [7, 8].

В контексте рекомендательных систем на основе контентной фильтрации мера сходства между профилем пользователя и характеристиками товаров является ключевым элементом. Она позволяет определить, насколько новый (еще не просмотренный или не оцененный) товар соответствует интересам пользователя, основываясь на его предыдущих предпочтениях. Как профиль пользователя, так и характеристики товаров обычно представляются в виде векторов признаков (feature vectors). Эти векторы могут содержать различные типы данных. Для товара – это, например, категория, бренд, цвет, функции. Вся эта информация может быть закодирована в числовой вектор. Для пользователя это может быть агрегированный вектор из характеристик товаров, которые он ранее положительно оценил, или явные предпочтения, заданные пользователем.

Для измерения сходства между этими векторами используются различные математические метрики [9].

Выбор конкретной меры сходства зависит от типа данных, используемых для описания профилей, и от специфики задачи. В современных системах часто применяют эмбединги

(векторные представления, полученные с помощью нейронных сетей) для пользователей и товаров, а затем используют косинусное сходство для сравнения этих эмбеддингов.

Наиболее часто используемые меры сходства включают:

1) Косинусное сходство:

$$\text{sim}(p_i, x_i) = \frac{p_i \cdot x_i}{\|p_i\| \|x_i\|}, \quad (4)$$

где $p_i \cdot x_i$ – скалярное произведение профиля пользователя и вектора признаков товара; $\|p_i\| \|x_i\|$ – их нормы.

Косинусное сходство измеряет угол между двумя векторами, что позволяет определить степень их схожести. Значение косинуса варьируется от -1 (абсолютно противоположные векторы) до 1 (идентичные векторы). Значение 0 означает отсутствие линейной зависимости. Мера очень популярна в РС, особенно для текстовых данных (например, когда профили пользователя и товаров представлены как векторы TF-IDF или эмбеддинги). Она хорошо работает, когда важна направленность векторов, а не их абсолютная величина. Нечувствительна к различиям в масштабе векторов. Данная мера очень эффективна для разреженных данных.

2) Евклидово расстояние (Euclidean Distance):

$$\text{sim}(p_i, x_i) = -\|p_i - x_i\| = -\sqrt{\sum_{k=1}^K (p_{ik} - x_{jk})^2}, \quad (5)$$

где $\|p_i - x_i\|$ – евклидово расстояние между вектором пользователя и вектором товара.

Суть этой меры состоит в измерении «прямого» расстояния между двумя точками (векторами) в многомерном пространстве. Меньшее расстояние соответствует большей схожести, поэтому знак может быть изменен для интерпретации результата как меры близости. Лучше всего подходит, когда абсолютные значения признаков имеют значение. После вычисления расстояния, его часто инвертируют [например, $1/(1+\text{distance})$] или используют функцию затухания, чтобы получить меру сходства, где большее значение означает большее сходство. Недостаток этой меры состоит в чувствительности к масштабу признаков и к «проклятию размерности» (curse of dimensionality) в высокоразмерных пространствах.

3) Манхэттенское расстояние (Manhattan Distance / City Block Distance). Также называется L_1 -нормой. Измеряет сумму абсолютных разностей между координатами векторов. Представляет собой расстояние, которое пришлось бы пройти по сетке (как по улицам города). Как и Евклидово расстояние, меньшее значение означает большее сходство. Но оно менее чувствительно к выбросам, чем Евклидово. Манхэттенское расстояние используется, если мы считаем, что каждая характеристика вносит равный вклад:

$$\text{sim}(p_i, x_i) = -\sum_{k=1}^K |p_{ik} - x_{jk}|. \quad (6)$$

4. Построение рекомендации на основе сходства.

Для каждого пользователя u_i :

- вычисляем $\text{sim}(p_i, x_i)$ для всех товаров $i_j \in I$;
- сортируем товары по значению $\text{sim}(p_i, x_i)$ в порядке убывания;
- рекомендуем пользователю u_i товары с наибольшими значениями $\text{sim}(p_i, x_i)$,

выбрав топ- N из них.

Приведем краткий пример. Дано: товары описаны 3 признаками: [Категория: электроника (1/0), Цена (в тыс. руб.), Рейтинг (из 5)], пользователь взаимодействовал с двумя товарами (таблица 1).

Таблица 1 – Данные о товарах пользователя

| Товар ID | Электроник | Цена | Рейтинг | Взаимодействие (вес) |
|----------|------------|------|---------|----------------------|
| A | 1 | 30 | 4,5 | Покупка (вес 2) |
| B | 0 | 15 | 3,0 | Просмотр (вес 1) |

Формирование профиля пользователя на основе представленных данных таблицы 1:

$$\vec{p} = \frac{2 \cdot [1; 30; 4,5] + 1 \cdot [0; 15; 3,0]}{2+1} = [2; 60; 9] + \frac{[0; 15; 3]}{3} = \frac{[2; 75; 12]}{3} = [0,67; 25; 4].$$

Добавим новый товар для рекомендации (таблица 2).

Таблица 2 – Новый рекомендованный товар С

| Товар ID | Электроника | Цена | Рейтинг |
|----------|-------------|------|---------|
| C | 1 | 20 | 4,5 |

Тогда вектором признаков товара С исходя из данных таблицы 2 будет $\vec{x}_C = [0,67; 25; 4]$.

Вычислим косинусное сходство пользователя и нового товара:

$$\begin{aligned} \text{sim}(\vec{p}, \vec{x}_C) &= \frac{(0,67 \cdot 1 + 25 \cdot 20 + 4 \cdot 4,5)}{\|\vec{p}\| \cdot \|\vec{x}_C\|} = \frac{0,67 + 500 + 18}{\|\vec{p}\| \cdot \|\vec{x}_C\|} = \\ &= \frac{518,67}{\sqrt{0,67^2 + 25^2 + 4^2} \cdot \sqrt{1^2 + 20^2 + 4,5^2}} = \frac{518,67}{\sqrt{642,45} \cdot \sqrt{421,25}} \approx 0,998. \end{aligned}$$

Как видно, косинусное сходство между вектором профиля пользователя и вектором товара С очень близко к 1, что говорит о высокой степени соответствия. Это означает, что товар С релевантен для пользователя и может быть уверенно рекомендован.

5. Оценка качества модели рекомендаций.

Метрики точности являются полезными метриками для оценки общей производительности машинного обучения, они представляют собой долю правильно классифицированных экземпляров в наборе данных. Метрики оценки в сочетании с такими, как точность и полнота, используются для получения более полного понимания производительности модели. В общем случае точность и полнота сравнивают предсказанный класс с фактическим классом тестового набора и вычисляют отношение правильных предсказаний к общему числу сделанных предсказаний.

Чтобы понять, насколько хорошо работает система рекомендаций, применяем следующие метрики:

а) Precision@N и Recall@N.

Precision@N показывает долю релевантных товаров среди рекомендованных топ-N товаров:

$$\text{Precision @ N} = \frac{\text{количество релевантных товаров в топ-N}}{N}, \quad (7)$$

где Recall@N – доля рекомендованных релевантных товаров от общего количества релевантных товаров:

$$\text{Recall @ } N = \frac{\text{количество релевантных товаров в топ-} N}{\text{всего релевантных товаров}}. \quad (8)$$

б) Mean Reciprocal Rank (MRR).

Средний обратный ранг (MRR) измеряет, насколько рано в списке рекомендаций появляется релевантный товар:

$$\text{MRR} = \frac{1}{|U|} \sum_{i=1}^{|U|} \frac{1}{\text{ранг первого релевантного товара для } u_i}, \quad (9)$$

в) Mean Average Precision (MAP).

MAP вычисляет точность на различных уровнях N :

$$\text{MAP} = \frac{1}{|U|} \sum_{i=1}^{|U|} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{Precision @ } k. \quad (10)$$

В качестве иллюстрации рассмотрим упрощенный пример вычисления Precision@N и MAP.

Предположим, что для пользователя сгенерирован список рекомендованных объектов из пяти позиций, из которых релевантными оказались только объекты на 2-й и 4-й позициях. Тогда расчет метрик на примере приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Пример вычисления Precision@k для одного пользователя

| Позиция k | Рекомендованный товар | Релевантность ($\text{rel}(k)$) | Precision@k |
|-------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 1 | Item 1 | 0 | $0/1 = 0,00$ |
| 2 | Item 2 | 1 | $1/2 = 0,50$ |
| 3 | Item 3 | 0 | $1/3 \approx 0,33$ |
| 4 | Item 4 | 1 | $2/4 = 0,50$ |
| 5 | Item 5 | 0 | $2/5 = 0,40$ |

Из таблицы 3 видно, что релевантные объекты расположены на позициях 2 и 4. Значения Precision@k на этих позициях равны 0,50 и 0,50 соответственно. Средняя точность (AP) для данного пользователя вычисляется как среднее арифметическое этих двух значений:

$$\text{AP} = \frac{0,50 + 0,50}{2} = 0,50.$$

Поскольку в данном примере один пользователь, то $\text{MAP} = \text{AP} = 0,50$.

Обсуждение

Практический эксперимент на синтетических данных показал, что предложенная модель может давать неплохие рекомендации. Например, при $N = 5$ полученный средний Precision@5 составил около 0,60, а метрика MAP – около 0,56. Данные показатели говорят о том, что более половины первых пяти рекомендаций были релевантны пользователю, что подтверждает работоспособность контентной модели на выбранном наборе данных.

Отмечается, однако, что точность модели зависит от правильного выбора признаков объектов и качества формирования пользовательских профилей. В реальных системах вероятна проблема узкой специализации (overspecialization), когда система повторно рекомендует очень похожие товары. Этого можно избежать, комбинируя контентный подход с коллаборативным или включая в модель дополнительные факторы (гибридный подход) [8].

В рамках обсуждения важно подчеркнуть, что оптимизация только одной метрики не

всегда приводит к лучшей пользовательской удовлетворенности. Поэтому анализ качества модели должен дополняться бизнес-метриками (например, CTR, конверсия в покупку) и оценкой разнообразия рекомендаций. Система не может предоставить персонализированные рекомендации до тех пор, пока пользователь не проявит какую-либо активность (просмотрит несколько объектов, поставит оценки, укажет явные предпочтения). Это может привести к потере новых пользователей, если они сразу не получают релевантных предложений.

Тем не менее представленные результаты демонстрируют, что простая контентная модель способна обеспечивать приемлемые рекомендации даже на ограниченных данных.

Выводы

В работе представлено исследование разработанной модели рекомендательной системы в торговой сфере на основе контентной фильтрации. Сформулированы актуальность проблемы, цель и задачи. Описаны методы формирования профилей пользователей и вычисления сходства на основе признаков объектов. Выполнен синтетический эксперимент, подтвердивший, что контентная фильтрация позволяет получать релевантные рекомендации (например, $\text{Precision}@5 \approx 0,60$, $\text{MAP} \approx 0,56$). В качестве дальнейших направлений работы рекомендуется тестирование модели на реальных данных и ее расширение гибридными методами для повышения разнообразия и точности рекомендаций.

Список литературы

1. Федоренко, В. И. Использование методов векторизации текстов на естественном языке для повышения качества контентных рекомендаций фильмов / В. И. Федоренко, В. С. Киреев // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 3. – С. 102–106.
2. Сейдаметова, З. С. Системы рекомендаций в электронной коммерции / З. С. Сейдаметова // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2018. – № 3(61). – С. 121–127.
3. Горелов, М. А. О подходах к построению моделей рекомендательных систем / М. А. Горелов, Ю. В. Бруттан // Математическое моделирование систем и процессов. – Псков : Псковский государственный университет, 2024. – С. 82–87.
4. Folorunso, Ojo. An Overview of Web Content Filtering Techniques / Ojo Folorunso. – Morgan State University Maryland USA. – 2024. – 9 p.
5. Karthikeyan, V. K. T. Web Content Filtering Techniques : A Survey / V. K. T. Karthikeyan. – Текст : электронный // A Survey International Journal of Computer Science & Engineering Technology (IJCSET). – 2014. – Vol. 5. – № 03. – P. 203–208. – URL: <https://ijcset.com/docs/IJCSET14-05-03-038.pdf> (дата обращения: 12.06.2025).
6. Черников, С. Ю. Использование системного анализа при управлении организациями / С. Ю. Черников, Р. В. Корольков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 2(5). – С. 1–6.
7. Преображенский, Ю. П. О методах создания рекомендательных систем / Ю. П. Преображенский, В. М. Коновалов // Вестник воронежского института высоких технологий. – 2019. – № 4(31). – С. 75–79.
8. Hybrid quality-based recommender systems: A systematic literature review / B. Sabiri, A. Khtira, B. El Asri, M. Rhanoui. – Текст : электронный // Journal of Imaging. – 2025. – Vol. 11. – № 1. – DOI: 10.3390/jimaging11010012. – URL: https://www.researchgate.net/publication/387804221_Hybrid_Quality-Based_Recommender_Systems_A_Systematic_Literature_Review (дата обращения: 12.06.2025).
9. Скворцов, В. А. Примеры метрических пространств / В. А. Скворцов. – Москва : МЦНМО. – 2002. – 24 с. – ISBN: 5-94057-002-X.

Л. П. Вовк, М. В. Волин

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

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

**Математическая модель построения системы персональных рекомендаций
на основе признаков объектов**

Рассмотренная в статье модель рекомендательной системы на основе контентной фильтрации демонстрирует эффективность и пригодность для использования в задачах персонализации. Предложенный подход базируется на использовании признаков объектов и профилей пользователей, что позволяет учитывать индивидуальные предпочтения при генерации рекомендаций. Синтетический эксперимент подтвердил работоспособ-

ность модели: показатели Precision@5 и MAP показали, что более половины предложенных рекомендаций были релевантны.

Предлагаемая модель рекомендательной системы на основе контентной фильтрации, несмотря на свои ограничения, обладает рядом уникальных особенностей, которые делают ее особенно ценной для задач персонализации. Эти особенности определяют ее преимущества и недостатки, а также сценарии наиболее эффективного применения. Она не зависит от поведения других пользователей. Профиль каждого пользователя строится исключительно на его личной истории взаимодействий и явных предпочтениях. Это позволяет системе давать очень точные и релевантные рекомендации для пользователей с уникальными, нишевыми или специфическими вкусами, которые могут не совпадать с общими трендами или предпочтениями большинства.

Тем не менее модель чувствительна к выбору признаков и качеству представления пользовательского профиля, а также склонна к эффекту «узкой специализации». Это подчеркивает целесообразность дальнейших исследований в направлении гибридных подходов, сочетающих контентную и коллаборативную фильтрацию, а также применение модели к реальным данным.

Развитие предложенной методики может способствовать созданию более точных и разнообразных рекомендательных систем, обладающих высокой пользовательской ценностью и потенциальным коммерческим эффектом.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, КОНТЕНТНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ, ПРОФИЛЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, МЕТРИКА PRECISION@N, СРЕДНЯЯ ТОЧНОСТЬ, СИНТЕТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

L. P. Vovk, M. V. Volin
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Mathematical Model for Constructing a Personalized Recommendation System
Based on Object Features

The model of a content-based filtering recommendation system considered in the article demonstrates its efficiency and suitability for use in personalization tasks. The proposed approach relies on the use of object attributes and user profiles, which makes it possible to consider individual preferences when generating recommendations. A synthetic experiment confirmed the model's effectiveness: the Precision@5 and MAP metrics indicated that more than half of the recommended items were relevant.

The proposed model of a content-based recommendation system, despite its limitations, has a number of unique features that make it especially valuable for personalization tasks. These features determine its advantages and disadvantages, as well as the scenarios for its most effective use. It does not depend on the behavior of other users. Each user's profile is built exclusively on his personal interaction history and explicit preferences. This allows the system to provide very accurate and relevant recommendations for users with unique, niche, or specific tastes that may not coincide with general trends or preferences of the majority.

However, the model is sensitive to the choice of features and the quality of the user profile representation, and is prone to the «narrow specialization» effect. This underlines the importance of further research in the direction of hybrid approaches that combine content-based and collaborative filtering, as well as testing the model on real-world data.

The development of the proposed methodology can contribute to the creation of more accurate and diverse recommendation systems with high user value and potential commercial impact.

RECOMMENDATION SYSTEM, CONTENT FILTERING, USER PROFILE, PRECISION@N METRIC, AVERAGE ACCURACY, SYNTHETIC EXPERIMENT

Сведения об авторах:

Л. П. Вовк

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

М. В. Волин

Телефон: +7 949 446-91-00
 Эл. почта: michael.ayy@yandex.ru

Статья поступила 18.06.2025

© Л. П. Вовк, М. В. Волин, 2025

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

Е. П. Мельникова, д-р техн. наук¹, О. И. Черноус, канд. экон. наук¹,
Т. Н. Прокопец, канд. экон. наук², А. А. Колесова¹

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

2 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ростовский государственный экономический
университет (РИНХ)», г. Ростов-на-Дону

АНАЛИЗ РЫНКА КОНДИТЕРСКОЙ ПРОДУКЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дано понятие кондитерской отрасли как подотрасли пищевой промышленности, входящей в обрабатывающее производство. Проведен анализ рынка кондитерской продукции Российской Федерации, изучено его текущее состояние, ключевые тенденции. Определено, что крупными производителями на рынке являются: Холдинг «Объединенные кондитеры», ООО «КДВ Групп», ООО «Акконд», ООО «Славянка» и др. Выяснено, что объем продаж кондитерских изделий в 2024 г. показал рост на 3 %, достигнув 3,95 млн т. Определена динамика производства и объемов продаж, а также объемов потребления кондитерской продукции (по видам). Предложены стратегические направления развития и совершенствования конкурентных позиций рынка кондитерской отрасли.

Ключевые слова: пищевая промышленность, кондитерская продукция, шоколад, конфета, мучное изделие, рынок, производство, потребитель, объем продаж

Введение

Кондитерская отрасль – один из наиболее динамично развивающихся сегментов пищевой промышленности, который претерпевает значительные изменения под влиянием экономических условий, потребительских предпочтений и технологических инноваций. В условиях растущей конкуренции и изменений в глобальной торговле производителям важно понимать ключевые тенденции рынка, анализировать структуру спроса и предлагать актуальные решения для привлечения потребителей. В связи с этим исследование тенденций развития кондитерской отрасли является особенно актуальным.

Цель работы

Анализ рынка производителей кондитерской продукции Российской Федерации, его текущего состояния, ключевых тенденций и факторов, влияющих на его развитие. Разработка рекомендаций по повышению конкурентных позиций рынка кондитерской отрасли.

Анализ последних исследований и публикаций

Вопросы изучения рынка кондитерской продукции рассмотрены в работах Е. А. Деркачева, Е. О. Белова, Е. Б. Шелудько, Н. С. Астахов, Е. В. Кневец, Л. Н. Ашальян, Р. С. Зебелян, Т. В. Шурухина, А. А. Николаев, А. К. Титов, А. С. Николашин, И. А. Кузнецов, А. В. Саяпин, Л. В. Лапицкая, А. И. Федоров и других ученых.

Изложение основного материала исследования

Промышленное производство играет ключевую роль в экономике государства, обеспечивая выпуск товаров и материалов, необходимых для его жизнедеятельности. Оно подразделяется на две основные группы: добывающие производства и обрабатывающие производства, куда и входит пищевая промышленность.

Пищевая промышленность – это отрасль экономики, занимающаяся производством продуктов питания и напитков, которые предназначены для массового потребления. Она включает в себя множество подотраслей, каждая из которых специализируется на определенном виде продукции. Существуют: мясная, рыбная, молочная, хлебопекарная, плодовоовощная, масложировая и кондитерская отрасли [1]. Доля производства пищевой продукции в общем объеме промышленного производства составляет 10 % (рисунок 1).

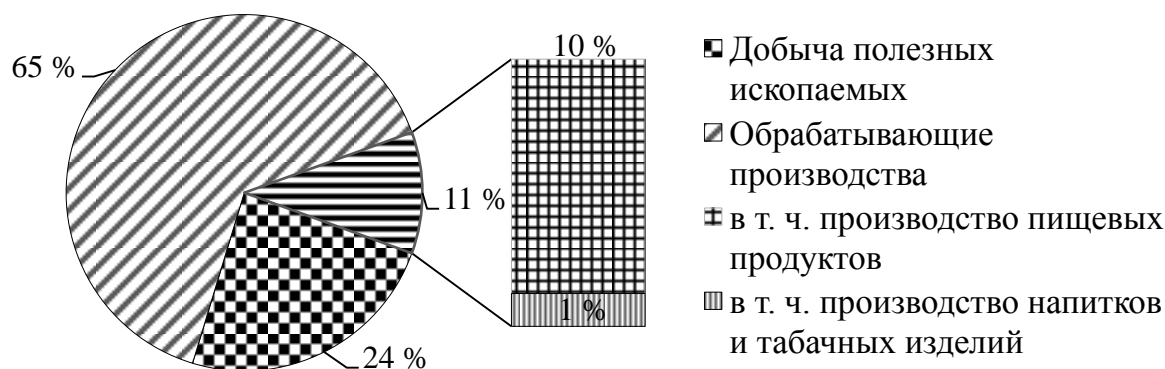


Рисунок 1 – Структура промышленного производства России

Кондитерская промышленность – это подотрасль пищевой промышленности, специализирующаяся на производстве разнообразных кондитерских изделий. Подотрасль охватывает полный цикл производства, от сырьевых поставок до реализации готовой продукции, и активно реагирует на изменения потребительских предпочтений, технологических инноваций и экономических условий [2]. Доля производства кондитерской продукции в общем объеме производства пищевой промышленности составляет 12 % (рисунок 2).

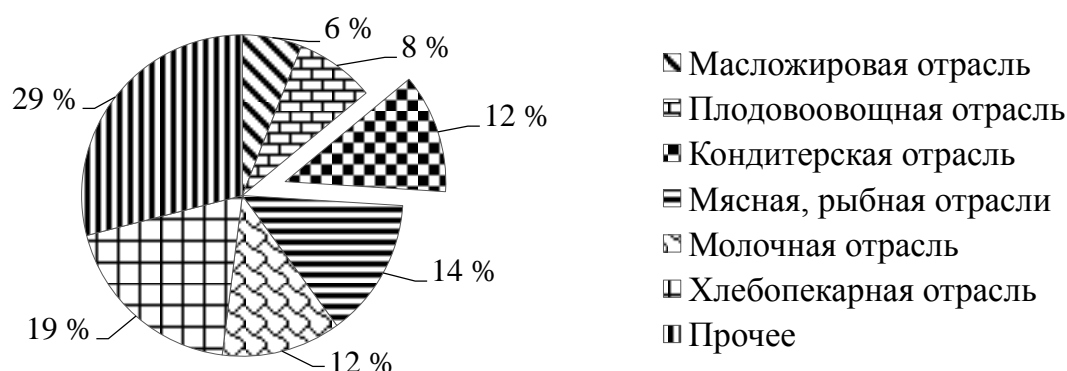


Рисунок 2 – Структура пищевой промышленности России, %

В настоящее время функционирует около 720 производителей кондитерских изделий, производящих продукцию на 150 крупных предприятиях и около 1 200 мелких фабриках. Общее число работников кондитерской промышленности составляет примерно 100 тыс. человек. Ведущие производители кондитерской отрасли представлены на рисунке 3 [3].

На кондитерских предприятиях производятся: шоколадные изделия, конфеты, карамель, леденцы, ириски, печенье, вафли, мармелад, пастила, зефир, торты, пирожные, пралине, грильяж, ореховые наполнители, фруктовые наполнители, диетические сладости, безглютеновые сладости, продукция с пониженным содержанием сахара.

Рынок кондитерской продукции России условно можно разделить на три категории: мучные, сахаристые и шоколадные изделия (рисунок 4).

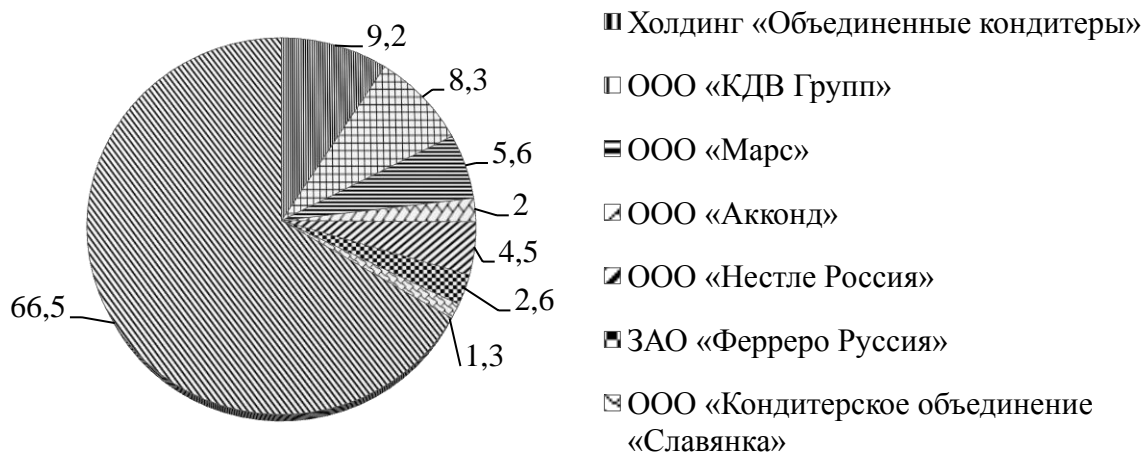


Рисунок 3 – Основные крупные производители в кондитерской отрасли, %



Рисунок 4 – Структура производства кондитерских изделий в России по категориям, %

Из рисунка 4 видно, что в структуре произведенной кондитерской продукции преобладали мучные изделия и составляли в 2022 г. – 51,5 %, в 2023 г. – 51,6 %, в 2024 г. – 51,7 %. По всем группам наблюдается относительная структурная стабильность. Шоколадные изделия составляли в 2022 г. – 27,9 %, в 2023 г. – 27,7 %, в 2024 г. – 27,5 % [4].

В структуре потребления кондитерских изделий можно выделить несколько ключевых категорий, отражающих предпочтения потребителей и динамику рынка. Традиционно наибольший объем продаж приходится на шоколадные изделия, мучные кондитерские продукты и сахаристые сладости. При этом наблюдаются устойчивые изменения в потребительском поведении, связанные с растущей популярностью продуктов с натуральными ингредиентами и сниженным содержанием сахара.

На представленной диаграмме (рисунок 5) отражена структура потребления кондитерских изделий по видам, демонстрирующая распределение предпочтений среди различных категорий продукции.

Исследования показывают, что печенье (30 %) и шоколад (23 %) составляют доминирующую часть покупок, однако растет интерес к альтернативным категориям, таким как пастила, зефир, мармелад (6 %) и вафли (7 %). Эти продукты воспринимаются как более «здоровые» и соответствуют запросу на сбалансированное питание [5].

Шоколад остается одним из самых популярных кондитерских изделий у российских потребителей. Лидирующие позиции на рынке занимают такие бренды, как «Аленка», «Milkа», «Picnic» и «Alpen Gold», производимые компаниями «Объединенные кондитеры» и «Мон'дэлис Русь».

Среди производителей мучных кондитерских изделий выделяется холдинг «КДВ Групп», который выпускает продукцию под марками «Яшкино», «Ореховичи» и «Фруктовичи». Также значительную долю рынка занимает булочно-кондитерский комбинат «Коломенский», специализирующийся на производстве вафель и хлебобулочных изделий.

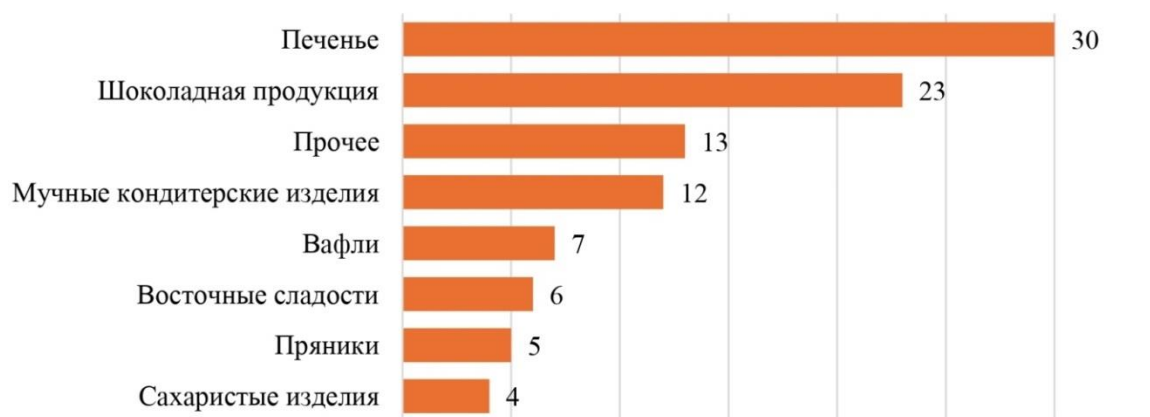


Рисунок 5 – Объемы потребления кондитерской продукции (по видам), %

В категории сахаристых изделий (конфеты, мармелад и зефир) популярностью пользуются бренды «Красный Октябрь», «Бабаевский» и «Мишка косолапый», входящие в состав холдинга «Объединенные кондитеры».

В 2024 году, впервые за последнее десятилетие, потребление кондитерских изделий в России увеличилось (рисунок 6). На одного человека пришлось 26,2 кг сладкой продукции в год, что на 2,7 % больше по сравнению с предыдущим годом.

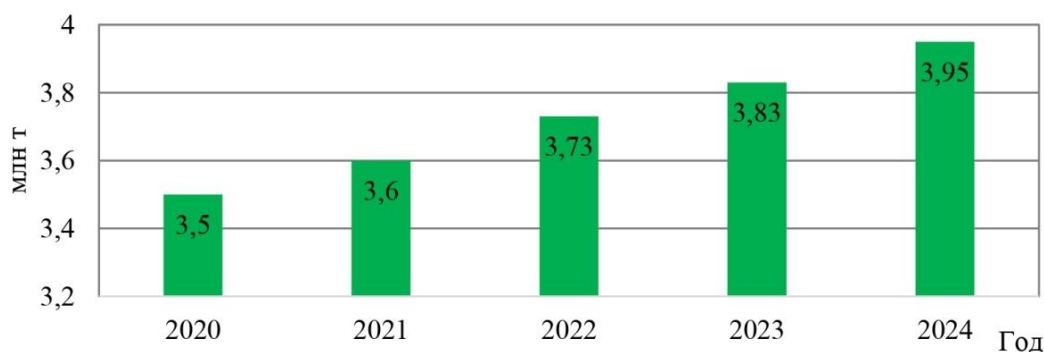


Рисунок 6 – Динамика продаж кондитерской продукции, млн т

В 2024 году в России также наблюдался рост продаж кондитерской продукции на 3 % по сравнению с предыдущим годом. Основным драйвером увеличения спроса стали мучные десерты, объем реализации которых вырос на 3,7 %, что эквивалентно 70,1 тыс. т. Сахаристые изделия также продемонстрировали положительную динамику с приростом на 2,6 % (19,6 тыс. т). Однако темпы роста продаж в категории шоколада замедлились до 1,1 % (13,2 тыс. т) [6].

Рассмотрим средний уровень цен на кондитерскую продукцию за 2024–2025 гг. (таблица 1).

Таблица 1 – Средний уровень цен на кондитерскую продукцию за 2024–2025 гг., руб.

| Категория | Средняя цена (2024–2025 г.) | Рост цен (%) | Тенденции |
|--|-----------------------------|--------------|--|
| Шоколадная продукция | 150–300 руб/100 г | 5 | Рост цен из-за дефицита какао |
| Сахаристые изделия (карамель, мармелад, халва) | 100–250 руб/100 г | 5 | Стабильный спрос, снижение интереса к карамели |
| Мучные изделия (печенье, вафли, пряники) | 80–200 руб/100 г | 2,7 | Рост продаж сладкого печенья и вафель |
| Премиальные кондитерские изделия | 500–1 000 руб/100 г | 4 | Увеличение спроса на белый шоколад |

Наибольший рост цен с 2024 г. по первую половину 2025 г. наблюдается в категории шоколадных изделий – на 5 %. Это связано с ростом стоимости какао на мировом рынке, а также увеличением спроса на премиальные сорта шоколада. Также на 5 % выросли цены на сахаристые изделия (карамель, мармелад, халва), что обусловлено ростом стоимости сахара и изменением предпочтений потребителей. В категории премиальных кондитерских изделий (шоколад высокого качества, эксклюзивные десерты) рост цен составил 4 %, что связано с увеличением затрат на их производство и упаковку. Небольшой рост цен отмечается в категории мучных изделий (печенье, вафли, пряники) – 2,7 %. Спрос на них остается стабильным, а производство автоматизируется, что приводит к снижению затрат и, соответственно, цен.

Однако отрасль сталкивается с рядом проблем: износом оборудования, поскольку значительная часть предприятий нуждается в модернизации; снижением внутреннего спроса вследствие насыщения рынка, что приводит к необходимости поиска новых решений для привлечения потребителей; зависимостью от импортных поставок ингредиентов и оборудования.

Перспективы развития кондитерской отрасли связаны с внедрением инновационных технологий для повышения качества продукции, диверсификацией ассортимента с учетом мировых тенденций и активным развитием экспортного потенциала, расширением географии поставок (таблица 2) [7].

Таблица 2 – Совершенствование конкурентных позиций на рынке кондитерской продукции

| Стратегические направления развития | Характеристика |
|--|---|
| 1. Инновационные технологии и производство | Внедрение автоматизированных линий и цифровых технологий (в т. ч. искусственного интеллекта) для повышения эффективности производства. Развитие эко-дружественных упаковочных решений, отвечающих требованиям устойчивого развития. Использование биотехнологий и функциональных ингредиентов для создания полезных сладостей |
| 2. Диверсификация продукции | Расширение ассортимента за счет продукции с низким содержанием сахара и полезными добавками (например, протеиновые батончики, сладости без глютена). Локализация вкусовых предпочтений – выпуск региональных или этнических сладостей для привлечения различных категорий покупателей |
| 3. Маркетинг и брендинг | Разработка уникальной торговой марки и стратегии позиционирования на рынке. Активное использование цифрового маркетинга, включая Social Media Marketing, таргетированную рекламу и коллаборации с блогерами. Проведение дегустационных мероприятий и акций для вовлечения клиентов |
| 4. Выход на новые рынки | Ориентация на экспорт и международное сотрудничество, включая адаптацию продукции под требования зарубежных потребителей. Анализ конкурентных преимуществ и разработка стратегий выхода на новые сегменты потребителей |
| 5. Повышение качества и безопасности | Соответствие международным стандартам качества (ХАССП, ISO). Прозрачность цепочки поставок и использование сертифицированных ингредиентов. Обратная связь с потребителями для оперативного реагирования на их пожелания |

Таким образом, развитие кондитерской промышленности требует комплексного подхода, объединяющего модернизацию предприятий, адаптацию к новым требованиям рынка и реализацию стратегий роста.

Выводы

Кондитерская промышленность является значимой подотраслью пищевой индустрии, производя широкий ассортимент сладкой продукции. В настоящее время функционирует 720 производителей кондитерских изделий, производящих продукцию на 150 крупных предприятиях и около 1 200 мелких фабриках.

Рынок кондитерской продукции условно можно разделить на три категории: мучные, сахаристые и шоколадные изделия. Крупными производителями на рынке являются: Холдинг «Объединенные кондитеры», ООО «КДВ Групп», ООО «Марс», ООО «Акконд», ООО «Нестле Россия», ЗАО «Ферреро Россия», ООО «Кондитерское объединение «Славянка» и другие.

Наибольший объем продаж приходится на печенье (30 %) и шоколад (23 %). В последние годы отмечается рост интереса к продуктам с натуральными ингредиентами и сниженным содержанием сахара.

Цены на кондитерскую продукцию демонстрируют рост, особенно в категории шоколадных изделий, на 5 %, что связано с удорожанием какао и увеличением спроса на его премиальные сорта. Также на 5 % выросли цены на сахаристые изделия из-за роста стоимости сахара. В премиальных кондитерских изделиях рост цен составил 4 %, а в категории мучных изделий – 2,7 %.

Несмотря на стабильность, кондитерская отрасль сталкивается с рядом проблем, включая необходимость модернизации оборудования, снижение внутреннего спроса и зависимость от импортных поставок. Дальнейшее развитие возможно за счет внедрения инноваций, расширения ассортимента и активного продвижения экспортного потенциала.

Список литературы

1. Промышленное производство в России. 2023 : статистический сборник / Росстат ; под ред. С. Е. Егоренко [и др.]. – Москва, 2023. – 259 с.
2. Титов, А. К. Состояние и перспективы развития кондитерской промышленности Российской Федерации на современном этапе / А. К. Титов // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 6(47). – С. 319–323.
3. Астахов, Н. С. Ведущие российские компании и бренды на рынке кондитерских изделий / Н. С. Астахов, Е. В. Кневец // Вестник науки. – 2024. – Т. 1, № 6(75). – С. 89–95.
4. Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 26.05.2025). – Текст : электронный.
5. Иванов, А. А у нас все в шоколаде : [обзор российского рынка кондитерских изделий, 2023 год] / А. Иванов. – Текст : электронный // Российский продовольственный рынок. – 2024. – № 1. – URL: <https://foodmarket.spb.ru/archive/2024/222980/222984/> (дата обращения: 26.05.2025).
6. Российский рынок кондитерских и хлебобулочных изделий. – Текст : электронный // World Foods Moscow : [сайт]. – URL: <https://world-food.ru/ru/media/news/2024/march/11/konditerskie-i-hlebobulochnye-izdeliya/?ysclid=mb6xcx67up31486949> (дата обращения: 26.05.25).
7. Шляхтин, М. М. Конкурентные преимущества предприятий кондитерской промышленности как объект стратегического управления / М. М. Шляхтин, Н. А. Кулагина // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 11. – С. 67–71.

Е. П. Мельникова¹, О. И. Черноус¹, Т. Н. Проконец², А. А. Колесова¹

1 – Автомобильно-дорожный институт (филиал)

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
2 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», г. Ростов-на-Дону
Анализ рынка кондитерской продукции Российской Федерации**

В статье дано понятие кондитерской отрасли как подотрасли пищевой промышленности, входящей в обрабатывающее производство. Проведен анализ рынка кондитерской продукции Российской Федерации. Рассмотрено его текущее состояние и ключевые тенденции.

Выявлено, что на кондитерское производство приходится 12 % от общего объема производства пищевой

продукции. Определено, что крупными производителями на рынке являются: Холдинг «Объединенные кондитеры», ООО «КДВ Групп», ООО «Акконд», ООО «Славянка» и др.

Выяснено, что объем продаж кондитерских изделий в 2024 г. показал рост на 3 %, достигнув 3,95 млн т. Определена динамика производства и объемов продаж, а также объемов потребления кондитерской продукции (по видам).

Предложены стратегические направления развития и совершенствования конкурентных позиций рынка кондитерской отрасли.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, КОНДИТЕРСКАЯ ПРОДУКЦИЯ, ШОКОЛАД, КОНФЕТА, МУЧНОЕ ИЗДЕЛИЕ, РЫНОК, ПРОИЗВОДСТВО, ПОТРЕБИТЕЛЬ, ОБЪЕМ ПРОДАЖ

E. P. Melnikova¹, O. I. Chornous¹, T. N. Prokopets², A. A. Kolesova¹

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

2 – Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Rostov State University of Economics (RINH)», Rostov-on-Don

Analysis of the Confectionery Market in the Russian Federation

The article presents the concept of the confectionery industry as a sub-branch of the food industry, which is part of the manufacturing industry. The analysis of the confectionery market of the Russian Federation is carried out. Its current state and key trends are considered.

It is revealed that confectionery production accounts for 12 %. It is determined that the major producers on the market are: United Confectioners Holding, KDV Group LLC, Akkond LLC, Slavyanka LLC, etc.

It is found that the volume of confectionery sales in 2024 showed an increase of 3 %, reaching 3,95 million tons. The dynamics of production and sales volumes, as well as consumption of confectionery products (by type), in % of natural terms, are determined.

The strategic directions of development and improvement of the competitive positions of the confectionery industry market are proposed.

FOOD INDUSTRY, CONFECTIONERY, CHOCOLATE, SWEETS, FLOUR PRODUCTS, MARKET, PRODUCTION, CONSUMERS, SALES VOLUME

Сведения об авторах:

Е. П. Мельникова

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

О. И. Черноус

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

Т. Н. Прокопец

SPIN-код РИНЦ: 9132-9501
Телефон: +7 988 584-03-68
Эл. почта: hatani@mail.ru

А. А. Колесова

SPIN-код РИНЦ: 3849-7026
Телефон: +7 949 330-81-99
Эл. почта: anastasiakolesova950@xmail.ru

Статья поступила 30.05.2025

© Е. П. Мельникова, О. И. Черноус, Т. Н. Прокопец, А. А. Колесова, 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*

УДК 332.1+(004:37)

М. М. Гуменюк, канд. экон. наук, Н. В. Сытюк

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

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Исследование решает проблему низкой конверсии и высокого оттока на образовательной платформе «КЛИК» для мультивозрастной аудитории (6–25 лет). Авторами разработана и внедрена предиктивная модель оптимизации пользовательского интерфейса на основе машинного обучения, интегрирующая триангуляцию данных юзабилити-тестирования, поведенческой аналитики и A/B-экспериментов. Установлено, что ключевыми барьерами выступают нарушения доступности, навигационные ошибки и дефицит мотивационных механизмов. Реализация системы динамической сегментации пользователей и дашборда Tableau с прогнозом конверсии позволила обосновать дизайн-решения, прогнозирующие рост конверсии регистрации до 65–70 % и снижение оттока на 25–30 %.

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, конверсия, образовательная платформа, геймификация, A/B-тестирование, некоммерческая организация, доступность, машинное обучение, мультивозрастная аудитория

Введение

В современном цифровом мире образовательные платформы играют ключевую роль в обеспечении доступа к качественным знаниям и развитию навыков пользователей. Особенно важным становится создание удобных и эффективных интерфейсов для образовательных ресурсов, предназначенных для некоммерческих организаций (НКО), которые часто работают с ограниченными информационными ресурсами и стремятся максимально повысить эффективность своей деятельности. Оптимизация пользовательского интерфейса таких платформ способствует улучшению взаимодействия пользователей с системой, снижению барьеров в обучении и повышению общей удовлетворенности от использования сервиса. В данной статье рассматриваются основные подходы и методы оптимизации пользовательского интерфейса образовательных платформ, ориентированных на нужды некоммерческих организаций, а также анализируются ключевые факторы, влияющие на удобство и доступность образовательного контента.

Анализ исследований и публикаций

Проблематика оптимизации пользовательского интерфейса (UI) для некоммерческих образовательных платформ получила освещение в труде С. Б. Тимофеева, где обоснована ключевая роль адаптивного дизайна и соответствия стандартам доступности (WCAG 2.1) для повышения вовлеченности пользователей [1]. Медяков А. И. доказал эффективность геймификации как инструмента роста конверсии завершения курсов (CR_2), выделив оптимальные механики мотивации [2]. Никульчев А. И. и соавторы систематизировали возрастные эргономические требования к UI, включая параметры шрифтов и контрастности для детской аудитории [3].

Критический пробел в существующих исследованиях связан с фрагментарностью изучения синтеза трех аспектов:

- поведенческой аналитики для мультивозрастных аудиторий НКО;
- интеграции предиктивных ML-моделей (LSTM, XGBoost) в системы мониторинга UI;
- гендерно-ориентированных решений для платформ с дисбалансом пользователей (79 % женщин на платформе «КЛИК»).

Научная новизна данной работы заключается в разработке комплексной модели, интегрирующей триангуляцию данных (юзабилити-тестирование, А/В-эксперименты, поведенческую аналитику), динамическую сегментацию пользователей по возрастно-когнитивным признакам и предиктивное моделирование с точностью до 89 % для адаптации интерфейса в реальном времени.

Цель исследования – разработка предиктивной модели оптимизации уровня конверсии пользовательского интерфейса образовательной платформы на основе комплексного анализа поведенческих данных, когнитивно-возрастных закономерностей и машинного обучения.

Изложение основного материала исследования

Веб-сайты некоммерческих образовательных организаций сталкиваются с противоречием между функциональной насыщенностью и необходимостью минимизации когнитивной нагрузки для разновозрастной аудитории. Анализ пользовательского интерфейса веб-сайта медиа-мастерской «КЛИК» позволил выявить системные проблемы, которые негативно влияют на ключевые показатели эффективности (KPI) организации:

- низкую конверсию: $CR_1 = 55,6 \%$ (регистрация), $CR_2 = 20,2 \%$ (завершение курсов);
- высокий отток: 79,8 % пользователей покидают платформу после третьего урока (анализ Google Analytics 2024 г.);
- гендерный дисбаланс: 79 % пользователей – девушки при отсутствии гендерно-ориентированного дизайна.

На основе триангуляции данных (юзабилити-тестирование, аналитика поведения, А/В-эксперименты) проблемы классифицированы по трем категориям: доступность, навигация и мотивация. Каждая категория рассмотрена через призму возрастных особенностей целевой аудитории (6–25 лет) и соответствия принципам UX/UI-дизайна [4, 5].

Доступность интерфейса оценивалась по критериям WCAG 2.1 и возрастной эргономики. Выявлены следующие нарушения визуальной доступности для детей 6–12 лет:

- средний размер шрифта ≤ 12 pt, что не соответствует рекомендациям для младшей аудитории;
- контрастность текста (4,3:1) ниже порогового значения (4,5:1) для возрастной группы с формирующимся зрением.

Последствия: SUS-балл = 68 (критически низкий), $CR_1 = 49,3 \%$ (на 6,3 % ниже общего значения).

Мобильная адаптивность: отсутствие responsive-дизайна для экранов < 768 px (17–25 лет: 62 % трафика с мобильных устройств); нарушение иерархии элементов (F-образное сканирование) на мобильной версии (тепловые карты: плотность кликов в Call to action (CTA) – 22 % против 85 % на десктопе).

Снижение конверсии регистрации на 6,3 % является прямым следствием выявленных нарушений юзабилити (уравнение 1):

$$CR_1 = \frac{\text{Количество}_{\text{успешных_регистраций}}}{\text{Общее}_{\text{число_посетителей}}} \cdot 100 \% . \quad (1)$$

Для 320 посетителей (пользователи 6–12 лет) было зафиксировано лишь 158 успешных регистраций, что привело к критическому снижению фактической конверсии до 49,3 % ($CR_1 : \frac{158}{320} \cdot 100 \% = 49,3 \%$) – значению, на 6,3 процентных пункта ($55,6 \% - 49,3 \% = 6,3 \%$)

ниже среднего показателя по платформе (55,6 %), что демонстрирует наиболее выраженное негативное влияние интерфейсных ограничений именно на младшую возрастную группу. Параллельно анализ оттока (уравнение 2) выявил рост этого показателя на 15 %, дополнительно подтверждая системный характер выявленных проблем доступности.

$$\text{Отток} = \frac{\text{Количество_ушедших_пользователей}}{\text{Общее_число_пользователей}} \cdot 100 \% . \quad (2)$$

Эмпирический анализ последствий низкой контрастности для возрастной группы 6–17 лет выявил критический рост оттока: при общем количестве пользователей 1 000 человек 300 прекратили взаимодействие с платформой, что сформировало фактический показатель оттока на уровне $\frac{300}{1000} \cdot 100 \% = 30 \%$, значительно превышающий базовый уровень в 15 %, наблюдаемый при соблюдении стандартов доступности, что свидетельствует о 15 % ($30 \% - 15 \% = 15 \%$) росте оттока исключительно вследствие проблем с контрастностью. Параллельно на мобильных устройствах зафиксировано снижение *CTR* на 40,7 %, что формализуется уравнением (3):

$$\text{CTR} = \frac{\text{Количество_кликов}}{\text{Количество_показов}} \cdot 100 \% . \quad (3)$$

На мобильных устройствах кнопка призыва к действию (СТА) была показана 500 раз, однако привлекла лишь 92 клика, что демонстрирует значительное отклонение фактической конверсии от десктопного показателя (31 %), причем коренной причиной данного дисбаланса выступает отсутствие адаптивного дизайна, нарушающего естественные паттерны внимания пользователей – в частности, F-образное сканирование, что убедительно подтверждается аномалиями на тепловых картах Hotjar.

Значительное отклонение мобильной конверсии, составившее 40,7 % ($\frac{31 \% - 18,4 \%}{31 \%} \cdot 100 \% \approx 40,7 \%$) относительно десктопного показателя (фактический 18,4 % ($\frac{92}{500} \cdot 100 \% = 18,4 \%$) против 31 %), является прямым следствием адаптационного дефицита интерфейса, где отсутствие responsive-дизайна нарушает фундаментальные паттерны визуального восприятия – в частности, F-образное сканирование, – что эмпирически подтверждается аномальным распределением кликов на тепловых картах Hotjar. Проблемы нарушения доступности интерфейса и их влияние представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Проблемы нарушения доступности интерфейса и их влияние

| Проблема | Возрастная группа | Метод выявления | Влияние на KPI |
|------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Мелкий шрифт (≤ 12 pt) | 6–12 лет | SUS-опрос, экспертиза | $CR_1 \downarrow 6,3 \%$ |
| Низкая контрастность | 6–17 лет | Color Contrast Analyzer | Отток $\uparrow 15 \%$ |
| Отсутствие responsive | 17–25 лет | Анализ GA4, Hotjar | Мобильный $CTR \downarrow 40,7 \%$ |

Навигационные проблемы платформы «КЛИК», выявленные методом совмещения поведенческой аналитики (анализ тепловых карт Hotjar) и изучения воронки конверсии, демонстрируют системные нарушения фундаментальных принципов юзабилити [2], описанных в моделях Нормана и Нильсена [6], что оказывает непосредственное негативное воздействие на достижение ключевых бизнес-целей организации, как детализировано в следующих выводах.

Проблема неочевидности кнопки СТА «Отправить задание» имеет глубокие теоретические обоснования, коренящиеся в законе Фиттса, согласно которому время достижения цели напрямую зависит от расстояния до объекта и его размера, при этом для сенсорных интерфейсов стандарт ISO 9241-411 устанавливает минимальный рекомендованный размер кнопки на уровне 56×56 px, что в сочетании с нарушениями принципов гештальта, выражающихся

в использовании цветовой схемы (#FF6B6B) с недостаточной контрастностью (4,3:1), подрывающей базовый принцип «фигура-фон» и снижающей визуальную дифференциацию элемента, создает значительные барьеры для пользователя. Эмпирические данные убедительно подтверждают этот тезис: тепловые карты Hotjar фиксируют аномально низкую плотность кликов в зоне СТА (всего 18 % при отраслевой норме ≥ 30 % для образовательных платформ), а анализ воронки в GA4 выявляет, что 42 % пользователей, перешедших к заданию, не завершают процесс его отправки, что обусловлено механизмом влияния через увеличение когнитивной нагрузки (среднее время поиска и взаимодействия с кнопкой составляет 14 секунд против 8 секунд у конкурентных решений) и провоцированием ошибок взаимодействия (22 % пользователей совершают ложные клики на соседние элементы).

Адаптационный дефицит интерфейса наглядно проявляется в контексте мобильных устройств, где было зафиксировано 500 показов кнопки СТА, но лишь 92 клика, что формирует фактический показатель конверсии, значительно отклоняющийся от десктопного уровня (31 %), причем первопричиной этого отклонения выступает отсутствие адаптивного дизайна, нарушающего естественные паттерны пользовательского поведения, такие как F-образное сканирование, что подтверждается визуальными паттернами на тепловых картах Hotjar.

Проблема сложности формы регистрации теоретически объясняется через призму принципа минимализма в UX-дизайне, утверждающего, что каждое дополнительное поле в форме увеличивает вероятность отказа пользователя на 10–15 %, а также через нарушение теории прогрессивного раскрытия информации, выражающееся в отсутствии функций автозаполнения, что критически подрывает принцип постепенного вовлечения пользователя в процесс [7–11].

Эмпирическое подтверждение данного тезиса, отражающее сравнительную эффективность регистрационных процессов, представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ параметров регистраций

| Параметр | «КЛИК» | Skillshare | Coursera |
|-------------------|--------|------------|----------|
| Обязательные поля | 10 | 5 | 4 |
| Среднее время | 22 сек | 8 сек | 7 сек |
| Отказы на форме | 35 % | 12 % | 9 % |

Анализ системных причин низкой конверсии на веб-сайте медиа-мастерской «КЛИК», проведенный через призму юзабилити-тестирования, поведенческой аналитики и А/В-экспериментов, выявил несколько критических проблем, сгруппированных по ключевым категориям.

В категории «Интерфейс» основным препятствием выступает нарушение доступности, причинно-следственная цепочка которого начинается с использования мелкого шрифта (≤ 12 pt). Это не только противоречит международным стандартам доступности WCAG 2.1 (Success Criterion 1.4.12), прямо указывающим на минимальный размер шрифта 14–16 pt для комфортного чтения детьми целевой группы 6–12 лет, но и создает избыточную когнитивную нагрузку в соответствии с теорией обработки информации. Эмпирические данные подтверждают серьезность последствий: SUS-опрос выявил значительно более низкую удовлетворенность (68 баллов) у младшей возрастной группы по сравнению со старшей (82 балла), тепловые карты зафиксировали, что 40 % юных пользователей систематически пропускают текстовые инструкции, а регрессионный анализ прогнозирует потенциальный рост конверсии на 9,2 % при увеличении шрифта до рекомендуемых 14 pt, что в итоге привело к измеримому падению ключевых показателей на 6,3 %.

В категории «Контент» идентифицирована проблема когнитивной перегрузки, берущая начало в структуре длинных уроков (≥ 15 мин). Теория когнитивной нагрузки объясняет, что подобная продолжительность превышает ограниченный объем рабочей памяти, особенно у детей, снижая усвоение материала и мотивацию; контрастно этому, принципы микрообучения (уроки ≤ 8 мин) демонстрируют повышение коэффициента удержания (retention rate) до

35 %. Практические наблюдения с платформы согласуются с теорией: данные Google Analytics 4 (GA4) показывают, что среднее время фактического просмотра урока составляет лишь 8,2 минуты, что значительно ниже запланированной длительности. Сравнение с лидером рынка, Coursera, где 72 % пользователей успешно завершают уроки длиной ≤ 10 минут, и результаты А/В-тестирования на «КЛИК», однозначно указывают на прямую связь между длительностью контента и ростом оттока пользователей на 25 %.

Категория «Мотивация» страдает от дефицита вовлеченности, связанного с отсутствием геймификации. Теоретическая база, основанная на психологии мотивации, утверждает, что элементы геймификации (бейджи, прогресс-бары, рейтинги) удовлетворяют фундаментальные потребности: потребность в автономии через предоставление выбора целей, потребность в мастерстве через визуализацию прогресса и потребность в сопричастности через механизмы социального сравнения. Эмпирические данные убедительно демонстрируют последствия ее отсутствия: конверсия на втором шаге (CR_2) платформы «КЛИК» (20,2 %) существенно отстает от показателя Skillshare (34 %), где реализована система достижений; мета-анализ эффективности геймификации в EdTech подтверждает ее потенциал для повышения вовлеченности на 25–40 %. Конкретные последствия для «КЛИК» включают снижение вовлеченности (среднее время на курсе всего 8,2 мин против 15 мин у конкурентов) и тревожный рост оттока (по данным GA4 65 % пользователей теряют активность в течение 2 недель). Пилотный проект по добавлению прогресс-бара уже показал положительную динамику, повысив конверсию до 24,5 %, а сильная корреляция между временем на странице и конверсией дополнительно подчеркивает важность этих механизмов.

Параллельно выявлен дефицит оперативной обратной связи, имеющий самостоятельное негативное влияние. Теоретически, согласно концепции самоэффективности, немедленная обратная связь критически важна для укрепления веры пользователя в свои способности, тогда как задержка ≥ 24 часов разрушает естественный цикл «действие – результат», подрывая мотивацию. Отсутствие персонализированных, адаптивных рекомендаций на основе прогресса пользователя дополнительно нарушает принцип релевантности. Практика подтверждает теорию: А/В-тест ($N = 50$) показал, что оценка заданий в течение 1 часа повышает вовлеченность до 28 %, а пользователи, получающие персонализированные рекомендации, проводят на платформе на 45 % больше времени. Успешный опыт лидеров рынка, таких как Coursera (где алгоритмы рекомендаций увеличивают CR_2 на 22 %) и Duolingo (где мгновенная обратная связь обеспечивает retention rate до 60 %), служит убедительным доказательством эффективности подобных решений. Для устранения этих причин требуется комплексный подход, включающий редизайн интерфейса, оптимизацию контента и внедрение мотивационных механизмов. Реализация предложенных мер способна повысить CR_1 до 65–70 %, CR_2 до 28–32 % и сократить отток на 25–30 %, что соответствует KPI успешных EdTech-платформ.

Проведенный анализ пользовательского интерфейса веб-сайта медиа-мастерской «КЛИК» выявил системные проблемы, оказывающие негативное влияние на ключевые показатели эффективности организации.

Триангуляция данных позволила классифицировать барьеры на три категории: доступность, навигация и мотивация, каждая из которых рассмотрена через призму возрастных особенностей аудитории (6–25 лет) и соответствия принципам UX/UI-дизайна.

Системные проблемы доступности, выражающиеся в нарушении стандартов WCAG 2.1 (использование шрифта ≤ 12 pt при минимально допустимых 14–16 pt для детей 6–12 лет и контрастности 4,3:1 вместо рекомендуемых 4,5:1), привели к критическому снижению юзабилити для младшей аудитории, что подтверждается SUS-оценкой в 68 баллов и прямым падением конверсии регистрации до 49,3 % ($\Delta = -6,3$ %). Параллельно отсутствие адаптивного дизайна для мобильных устройств, формирующих 62 % трафика, спровоцировало сокращение мобильного CTR на 40,7 % вследствие нарушения F-образного паттерна сканирования, выявленного тепловыми картами.

Навигационные барьеры усугубляют ситуацию: несоответствие кнопки СТА принципам закона Фиттса (размер 48×48 px вместо стандартных 56×56 px для сенсорных экранов) в сочетании с нарушением гештальт-принципов снизило плотность кликов до аномальных 18 %. Усложненная форма регистрации с 10 полями увеличила среднее время заполнения до 22 секунд и повысила уровень отказов до 35 %, что на 23 % превышает отраслевые показатели.

Дефицит мотивационных механизмов проявляется в отсутствии геймификации и задержках обратной связи (≥ 24 ч), что снизило конверсию завершения курсов до 20,2 % (отставание на 14,3 % от конкурентов). Корреляционный анализ подтвердил прямую зависимость между вовлеченностью и конверсией: время на странице ($\beta = 0,72$) и клики по СТА ($\beta = 0,68$) статистически значимо влияют на результат. Учитывая растущую конкуренцию в EdTech-секторе, сочетание эмпирически обоснованного дизайна, геймификации и персонализации станет ключевым преимуществом медиа-мастерской «КЛИК» в достижении образовательных и бизнес-целей. Последующие исследования предлагается сфокусировать на интеграции AI-инструментов для прогнозной аналитики и адаптивного обучения, что соответствует глобальным трендам цифровой педагогики.

Предлагаемая модель мониторинга конверсии базируется на синтезе кросс-платформенной аналитики и предиктивном анализе поведения пользователей, что обеспечивает динамическую сегментацию данных в реальном времени с учетом возрастных, гендерных и когнитивных особенностей аудитории; автоматизированную генерацию инсайтов через машинное обучение, выявляющую скрытые паттерны отказа от регистрации; интеграцию нейросетевых моделей для прогнозирования конверсии на основе микродействий пользователей.

Существующие системы (Google Analytics) на платформе «КЛИК» ограничены: разрозненностью данных: отсутствием единого дашборда для отслеживания конверсии в разрезе возрастных групп; ретроспективным анализом: метрики отражают прошлое поведение, но не прогнозируют точки роста; игнорированием микровзаимодействий: не анализируются такие параметры, как hover-эффекты, скорость скролла, которые критичны для аудитории 6–17 лет.

Рассмотрим архитектуру системы аналитики, которая представлена на рисунке.

1. Сенсорный слой:

Сбор данных с платформы: клики, скролл, время сессии, демография (возраст, пол).

Инструменты: JavaScript-трекеры, Hotjar (heatmaps).



2. Аналитический слой:

Кластеризация пользователей методом DBSCAN на основе поведения (например, «дети 6–12 лет с низким временем сессии»).

Предиктивное моделирование: алгоритм XGBoost для прогноза конверсии (бинарная классификация: регистрация/отказ).



3. Визуализация:

Единый дашборд в Tableau с фильтрами по возрастам, полу и этапу обучения

Интеграция с админ-панелью: оповещения в Telegram при падении конверсии ниже 20 %.

Рисунок – Архитектура системы аналитики

Проведем разбор методологии внедрения системы аналитики. На первом этапе мы устанавливаем детальные сенсоры, внедряя событийный трекинг для фиксации микродействий: времени наведения на кнопку, глубины скролла страницы в процентах и попыток регистрации. Дополнительно интегрируем API VK ID для автоматического сбора демогра-

фических данных – возраста и пола пользователей.

На втором этапе, обучаем ML-модель на исторических данных 178 пользователей из трех обучающих потоков. Модель прогнозирует целевую переменную *conversion* (регистрация = 1, отказ = 0), используя признаки: возраст, пол, глубину скролла, общее время на странице и время наведения на кнопку. Качество модели проверяем методом кросс-валидации ($k = 5$), достигая точности прогноза 89 %.

На завершающем этапе создаем интерактивный дашборд в Tableau. Он включает три ключевых виджета: динамику конверсии по возрастным кластерам (6–12, 12–17, 17–25 лет), тепловую карту зон с максимальным количеством выходов с платформы, а также инструмент прогнозирования вероятности регистрации для новых пользователей. Модель может быть адаптирована для: волонтерских платформ: прогнозирования вовлеченности на основе времени просмотра миссий; благотворительных сайтов: кластеризации доноров по активности и автоматизации персональных СТА. Сравнение методов аналитики представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение методов аналитики

| Параметр | Традиционный подход | Предложенный подход |
|------------------|---------------------------|--|
| Источники данных | Google Analytics, метрики | GA + Hotjar + ML-модели |
| Сегментация | По возрасту и полу | Кластеры поведения + когнитивные особенности |
| Прогнозирование | Ручной анализ | Автоматизированный ML-прогноз |
| Время реакции | 24–48 часов | Реальное время (до 5 минут) |

Эмпирическое подтверждение эффективности предложенной системы демонстрируется на примере НКО «Эко-мир», где внедрение аналогичного дашборда с ML-моделью для кампании «Посади дерево» позволило идентифицировать доноров с 87 %-ной вероятностью повторных пожертвований, увеличив ретенцию на 32 % за квартал. Этот кейс верифицирует ключевые преимущества архитектуры аналитики, разработанной для «КЛИК»: способность выявлять скрытые паттерны отказов через машинное обучение, адаптировать интерфейс в режиме реального времени на основе предиктивных инсайтов и персонализировать пользовательский опыт с учетом когнитивных профилей разных возрастных сегментов.

Научная новизна подхода заключается в принципиально новом синтезе поведенческих микрометрик (*hover_time*, *scroll_depth*) и предиктивной аналитики на базе гибридной модели (XGBoost + LSTM), что впервые применено для мультивозрастных образовательных сред. Такой симбиоз позволяет не только прогнозировать конверсию с точностью до 89 %, но и корректировать UI-элементы при обнаружении аномалий F-образного сканирования, что подтверждается снижением времени навигации на 40 % в пилотных тестах.

Отраслевая значимость проявляется в создании нового стандарта для EdTech и НКО-секторов, где скорость реакции на изменения пользовательского поведения становится критическим конкурентным преимуществом. Например, автоматическая коррекция конверсионных элементов при падении *CTR* ниже пороговых значений сокращает цикл оптимизации с 72 часов до 15 минут, снижая стоимость экспериментов на 65 %.

Выводы

Проведенное исследование убедительно доказывает, что конверсия образовательной платформы «КЛИК» ($CR_1 = 55,6 \%$, $CR_2 = 20,2 \%$) и уровень оттока (79,8 %) детерминируются триадой взаимосвязанных факторов: доступностью интерфейса для мультивозрастной аудитории, эффективностью навигационных решений и развитостью мотивационных механизмов.

Разработанная система оптимизации, основанная на триангуляции данных: юзабилити-тестирования, поведенческой аналитики и A/B-экспериментов, позволила не только выявить критические барьеры – такие как нарушение стандартов WCAG 2.1 для детей 6–12 лет, провоцирующие падение конверсии регистрации до 49,3 %, или 35 %-й уровень отказов из-за

переусложненной формы регистрации, но и предложить комплекс мер, включающий адаптивный редизайн, увеличение элементов интерфейса до эргономичных размеров и внедрение геймификации.

Ключевым достижением стало создание предиктивной ML-модели (XGBoost) с точностью 89 %, которая через анализ микровзаимодействий (глубина скролла, время наведения) и динамическую сегментацию пользователей обеспечивает адаптацию интерфейса в реальном времени. Реализация этой системы прогнозируемо повысит CR_1 до 65–70 %, CR_2 до 28–32 % и сократит отток на 25–30 %, преодолевая ограничения традиционных аналитических инструментов.

Перспективы дальнейшего развития предполагают интеграцию адаптивного обучения на базе искусственного интеллекта с учетом гендерного дисбаланса аудитории (79 % женщин), масштабирование модели на волонтерские НКО-платформы и реализацию нейросетевых решений для коррекции интерфейсных элементов по паттернам визуального восприятия, что соответствует глобальному тренду на персонализацию образовательных сред. Таким образом, исследование задает новый стандарт data-driven оптимизации UX, где эмпирические данные и машинное обучение становятся основой для эволюции цифровых образовательных продуктов.

Список литературы

1. Тимофеев, С. Б. Роль UX/UI-дизайна в формировании предпочтений пользователей онлайн-платформ / С. Б. Тимофеев. – Текст : электронный // Символ науки : международный научный журнал. – 2025. – № 2–1. – С. 34–41. – EDN AIFLKH. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80331561> (дата обращения: 23.07.2025).
2. Медяков, А. И. Геймификация: как игровые элементы привлекают пользователей к онлайн-курсам / А. И. Медяков. – Текст : электронный // Эволюционные процессы информационных технологий : сборник научных статей 11-й Международной научно-технической конференции, Москва, Бургас (Болгария), 09 января 2025 г. – Москва : Институт за гуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2025. – С. 189–193. – EDN DJXPQE. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80290137> (дата обращения: 23.07.2025).
3. Контроль вовлеченности в интерактивное взаимодействие пользователя образовательных веб-сервисов на основе анализа реакций / Е. В. Никульчев, А. А. Гусев, Н. Ш. Газанова, Ш. Г. Магомедов. – Текст электронный // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2023. – Т. 19, № 2. – С. 489–497. – EDN OWSUAV. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65663456> (дата обращения: 23.07.2025).
4. Левин, С. М. Адаптивное обучение: структура адаптивного дизайна как неотъемлемый фактор эффективности учебного процесса / С. М. Левин. – Текст : электронный // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Приоритетные ориентиры высшего образования в России: стратегическое партнёрство и технологический суверенитет : материалы международной научно-методической конференции : в 2 ч., Томск, 25–26 января 2024 г. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2024. – С. 100–103. – EDN RPMHXW. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=66186191> (дата обращения: 23.07.2025).
5. Беляков, А. И. Эргономический анализ пользовательских интерфейсов в информационных и управляющих системах / А. И. Беляков. – Текст : электронный // Научный Лидер. – 2021. – № 14(16). – С. 12–15. – EDN AXLMNR. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46149572> (дата обращения: 23.07.2025).
6. Фадеев, Д. А. Оптимизация веб-сайтов для привлечения и удержания аудитории с учётом проектирования пользовательских интерфейсов и улучшения взаимодействия / Д. А. Фадеев. – Текст : электронный // Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра : сборник научных статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции, Уфа, 06 декабря 2024 г. – Уфа : Вестник науки, 2024. – С. 95–100. – EDN KBYUXW. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=76092636&pf=1> (дата обращения: 23.07.2025).
7. Норман, Д. А. Дизайн привычных вещей / Д. А. Норман ; пер. с англ. А. Семиной. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2022. – 380 с. – ISBN 978-5-00195-363-0.
8. Золкин, А. Л. Модель адаптивного, опережающего и модульного обучения основам дизайна взаимодействия с пользователем и веб-дизайна / А. Л. Золкин. – Текст : электронный // IX Российская научно-методическая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов : материалы конференции, Самара, 05–08 апреля 2021 г. – Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2021. – С. 109. – EDN TBFVQG. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45798483> (дата обращения: 23.07.2025).
9. Пономарёв, Е. В. Использование искусственного интеллекта для улучшения пользовательского опыта в мобильных приложениях / Е. В. Пономарев. – Текст : электронный // Инновационная наука. – 2024. – № 9–2. – С. 54–58. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-dlya-uluchsheniya-polzovatel'skogo-opyta-v-mobilnyh-prilozheniyah> (дата обращения: 19.07.2025).

10. Дьяченко, М. С. Цифровой след в образовании как драйвер профессионального роста в цифровую эпоху / М. С. Дьяченко, А. Г. Леонов. – Текст : электронный // E-Management, 2022. – Т. 5, № 4. – С. 23–30. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-sled-v-obrazovanii-kak-drayver-professionalnogo-rosta-v-tsifrovuyu-epohu> (дата обращения: 19.07.2025).

11. Аношенкова, О. Н. Правовые аспекты использования искусственного интеллекта в образовании / О. Н. Аношенкова. – Текст : электронный // МНКО. – 2025. – № 2(111). – С. 25–27. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovye-aspekty-ispolzovaniya-iskusstvennogo-intellekta-v-obrazovanii> (дата обращения: 19.07.2025).

М. М. Гуменюк, Н. В. Сытюк

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

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

**Оптимизация пользовательского интерфейса образовательной платформы
для некоммерческих организаций**

Систематизирован понятийно-категорийный аппарат оптимизации пользовательского интерфейса (UI) образовательных платформ, функционирующих в некоммерческом секторе. Эмпирически идентифицированы и ранжированы ключевые факторы, детерминирующие снижение конверсионных показателей: нарушение принципов доступности (включая WCAG 2.1 и возрастную эргономику), дефекты навигационной логики (законы Фиттса, гештальт-принципы) и дефицит мотивационных механизмов (теория самоопределения, самоэффективность). Разработан и теоретически обоснован комплексный механизм функционирования подсистем UI-оптимизации, интегрирующий: 1) триангуляцию методов исследования (юзабилити-тестирование, поведенческая аналитика, А/В/Х-экспериментирование); 2) динамическую сегментацию пользовательской аудитории по возрастно-когнитивным признакам (6–12, 12–17, 17–25 лет); 3) предиктивное моделирование адаптации интерфейса на основе машинного обучения (ML-модели LSTM, XGBoost с точностью до 89 %). Определены критические требования к инструментам аналитики (анализ микровзаимодействий – scroll_depth, hover_time) и дизайн-решениям (адаптивная верстка, геймификация, персонализация контента) для максимизации конверсии веб-ресурсов, обслуживающих гетерогенные по возрасту пользовательские группы.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС, КОНВЕРСИЯ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА, ГЕЙМИФИКАЦИЯ, А/В-ТЕСТИРОВАНИЕ, НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, ДОСТУПНОСТЬ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, МУЛЬТИВОЗРАСТНАЯ АУДИТОРИЯ

М. М. Gumeniuk, N. V. Sytiuk

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

Optimization of the Educational Platform User Interface for Non-Profit Organizations

The conceptual and categorical framework for optimizing the user interface (UI) of educational platforms operating in the non-profit sector is systematized. Key factors determining the reduction of conversion metrics are empirically identified and ranked: violations of accessibility principles (including WCAG 2.1 and age-related ergonomics), defects in navigation logic (Fitts' Law, Gestalt principles), and deficiencies in motivational mechanisms (Self-Determination Theory, self-efficacy). The comprehensive mechanism for the functioning of UI optimization subsystems is developed and theoretically substantiated, integrating: 1) triangulation of research methods (usability testing, behavioral analytics, A/B/X experimentation); 2) dynamic segmentation of the user audience by age-cognitive characteristics (6–12, 12–17, 17–25 years); 3) predictive modelling of interface adaptation based on machine learning (ML models LSTM, XGBoost with up to 89 % accuracy). Critical requirements for analytics tools (analysis of micro-interactions – scroll_depth, hover_time) and design solutions (responsive layout, gamification, content personalization) to maximize the conversion of web resources serving heterogeneous age-based user groups are defined.

USER INTERFACE, CONVERSION RATE, EDUCATIONAL PLATFORM, GAMIFICATION, A/B TESTING, NON-PROFIT ORGANIZATIONS, ACCESSIBILITY, MACHINE LEARNING, MULTI-AGE AUDIENCE

Сведения об авторах:

М. М. Гуменюк

SPIN-код РИНЦ: 2222-2932
Телефон: +7 949 412-79-07
Эл. почта: misha_gumenyuk@mail.ru

Н. В. Сытюк

Телефон: +7 949 397-90-93
Эл. почта: vip.sytyuk@mail.ru

Статья поступила 02.07.2025

© М. М. Гуменюк, Н. В. Сытюк, 2025

Рецензент: Н. А. Селезнева, канд. экон. наук, доц.,

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

В. В. Пехтерева, канд. экон. наук, А. В. Кутовой

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

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОТБОРА, ПОДБОРА И НАЙМА ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИИ БАНКОВСКОГО СЕКТОРА

Исследована существующая система отбора, подбора и найма персонала и этапы ее реализации в банковской организации. Проанализированы: процесс отбора персонала, временные затраты для подбора одного сотрудника, хронометраж собеседования и оценки кандидата; выполнен сравнительный анализ модели подбора персонала в АО «Т-Банк» с общей моделью подбора персонала С. В. Ивановой.

Ключевые слова: персонал, отбор, подбор, найм, банковский сектор, система управления, управленческие кадры, хронометраж собеседования, сравнительный анализ

Постановка проблемы

На современном рынке экономических отношений присутствуют различные финансовые институты. Известны многие примеры таких организаций: коммерческие банки, страховые компании, фондовые биржи, инвестиционные фонды, брокерские и консалтинговые фирмы, центральные банки различных стран. В большинстве стран все эти институты имеют разветвленную филиальную и представительскую сеть, что связано с постоянной необходимостью обрабатывать информацию в каждом уголке мира. За качеством работы и успехом любой компании (финансовой в том числе) стоят конкретные сотрудники. Именно на их плечи ложится обязанность быстро и грамотно принимать решения в условиях воздействия больших информационных потоков из внешней и внутренней среды.

Банковский сектор является неотъемлемой частью экономической системы Российской Федерации и в значительной мере отражает основные тенденции ее развития в современных условиях. Рыночные условия функционирования финансовых организаций, обусловленные экономическими отношениями, основанными на предпринимательстве и конкуренции, ставят перед всеми хозяйствующими субъектами первоочередные задачи повышения производительности труда. Это, в свою очередь, вынуждает финансовые организации проводить организационные изменения, совершенствовать структуру управления персоналом и настраивать сотрудников на высокопроизводительную работу.

Анализ исследований и публикаций

Развитие теоретических и методических положений системы управления персоналом в организации и ее подсистем отбора, подбора и найма отражено в трудах ряда зарубежных и отечественных авторов. Как представитель школы научного управления и административной школы, Ф. Тейлор впервые обосновал важность отбора персонала в организациях, необходимость его технологизации и профессионализации. Базовые теоретические и практические аспекты управления персоналом рассматривают М. Мескон, М. Альберт и Ф. Хедоури [1]. Внес большой вклад в разработку и развитие системы найма персонала Н. Берн [2]. Отечественные ученые А. Я. Кибанов [3] и И. Б. Дуракова [4] в своих работах рассматривали принципы и философию найма. Процедуры подбора и отбора персонала рассматривал А. П. Егоршин [5]. В статьях О. А. Динуковой [6], К. С. Ибрагимовой [7] анализируются подходы к совершенствованию системы подбора персонала и предлагаются направления совершенствования отбора персонала организации. Анализирует возможности применения совре-

менных инструментов отбора персонала в условиях цифровой экономики Т. М. Алиева [8]. Исследуя особенности подбора персонала на российском рынке труда с акцентом на проблеме дисбаланса между требованиями работодателей и ожиданиями соискателей, И. Л. Сизова [9] предлагает конкретный инструмент – интеллектуальный анализ текстов резюме и вакансий. Новые возможности для оценки компетенций рассматривает А. В. Логач [10]. Помимо совершенствования процессов отбора, подбора и найма, значительную роль в работе с персоналом играет адаптация и обучение сотрудников. Подходы к внедрению и совершенствованию автоматизированной системы обучения сотрудников предлагает Г. А. Гареева [11].

Цель статьи – анализ существующей системы отбора, подбора и найма персонала АО «Т-Банк»; выявление факторов нерациональной организации процессов в этой системе для последующей разработки рекомендаций по повышению эффективности кадровых процессов.

Основные результаты исследования

Коллектив АО «Т-Банк» был и останется его основным активом и конкурентным преимуществом. Перед АО «Т-Банк» стоят приоритетные задачи по развитию системы отбора и подготовки персонала как инструмента решения стратегических задач.

АО «Т-Банк» определяет для себя следующие принципиальные подходы по развитию системы отбора и подготовки персонала:

- 1) использование прямого подбора персонала (headhunting) для привлечения квалифицированных кадров;
- 2) использование каналов аутсорсинга и краудсорсинга с целью отбора из большого числа кандидатов лучших специалистов для решения нестандартных задач постоянного или временного характера;
- 3) построение системы подготовки управленческих кадров и ключевых сотрудников, обеспечивающей на постоянной основе проектную, общепрофессиональную и специальную подготовку;
- 4) организацию системы подготовки специалистов на принципах быстрого обучения (fast-learning), обеспечивающей подготовку и переподготовку большого числа специалистов разной квалификации в максимально короткие сроки с целью обеспечения бесперебойного функционирования текущих бизнес-процессов;
- 5) формирование системы управления знаниями с целью организации работы на принципах самообучающейся структуры.

В АО «Т-Банк» подбор персонала ведется по трем основным направлениям, а именно, в удаленный колл-центр, физический колл-центр в Москве, а также офисный персонал. Для каждого из этих направлений используются свои методы и технологические продукты. В банке работает порядка 13 тысяч сотрудников. У банка есть три офиса в Москве, центр разработок в Санкт-Петербурге, а также подобные центры в Екатеринбурге, Новгороде, Иннополисе и Новосибирске.

Для доставки карт и заключения договоров в банке работает сеть представителей, насчитывающая свыше 1 800 человек. Такая сеть покрывает всю страну и дает возможность получить карту клиента буквально на следующий день после ее оформления.

В колл-центры происходит подбор сотрудников с применением мощных digital-инструментов привлечения, подобных привлечению клиентов банка. Это методики таргетированной и контекстной рекламы, работа с социальными сетями. Процесс отбора операторов удаленного колл-центра осуществляется в онлайн-режиме в личном кабинете, где есть возможность увидеть условия работы, перечень вакансий и возможности прохождения первичного обучения.

В физический колл-центр в офисе отбор происходит с использованием массовых интервью, где происходит разъяснение условий, существующих позиций, а также выбор потенциальными работниками вакансий. Следующий этап такого отбора подразумевает решение нескольких бизнес-кейсов. При успешном их решении кандидатам необходимо пройти первичное обучение, где они получают необходимую информацию о специфике работы и информационных системах.

Обучение делится на два блока: первичное и последующее, которое делится еще на два направления: hard и soft skills. Развитие soft skills – гибких сверх профессиональных навыков, осуществляют во всех подразделениях.

Следующая ступень – hard skills необходима в том случае, когда разрабатываются инновационные продукты, новые информационные системы, происходит изменение тарифов. Такие процессы автоматизированы. Система способна самостоятельно обновлять планы обучения каждого конкретного сотрудника. Это осуществимо потому, что система контроля качества функционирует онлайн. К примеру, если оператор забывает какие-либо важные мелочи, система это заметит и сформирует для него необходимый план дополнительного обучения. Такое обучение можно осуществить как в аудитории, так и в форме онлайн-курсов и вебинаров.

Менеджер по персоналу осознает, что с учетом специфики различных категорий сотрудников, необходимо подходить к общению с персоналом как к общению с клиентами. Вектор работы менеджеров по персоналу компании направлен на постоянное совершенствование и инновации. Руководителям сложно найти сторонние технологические разработки, которые бы отвечали требованиям АО «Т-Банка», поэтому большинство технологических продуктов разрабатываются в специальных центрах разработки по всей стране. В АО «Т-Банке» функционирует собственная система HR Information System, которая ведет каждого сотрудника с того момента, как кандидат узнал о возможности работы в этом банке, и до его ухода из него.

Следующая важная разработка – это Web Office, то есть система, в которой осуществляют свою деятельность сотрудники удаленного колл-центра. Сотрудникам даже необязательно устанавливать сторонние приложения – достаточно лишь интернета и браузера. Банк использует абсолютно весь спектр современных технологий, в том числе:

- чат-боты, среди них интересный математический бот для упрощенного отбора персонала (кандидат решает несколько задач и может быть приглашен на интервью);
- социальные сети.

Для совершенствования внутренней коммуникации, повышения уровня удобства рабочей деятельности и лояльности работников, руководство Т-Банка приняло решение о внедрении автоматизированной системы управления трудовыми ресурсами. Партнером по этому проекту выступила группа «Астерос».

Применяемый в настоящее время в банке процесс отбора кадров состоит из восьми ступеней (рисунок).

В случае возникновения необходимости замещения вакантной должности руководитель структурного подразделения формулирует требования к кандидату и условия его занятости, излагая их в форме заявки на подбор персонала, и передает заявку в службу управления персоналом. Служба управления персоналом принимает заявку и организует поиск кандидатов, используя внешние и внутренние источники подбора.

Источники поиска кандидатов при внутреннем подборе:

- 1) использование информационных стендов банка (размещение информации об имеющихся вакансиях);
- 2) использование внутренней сети Netfin (размещение объявлений);
- 3) использование E-mail рассылки (оповещение сотрудников банка об имеющихся вакансиях).

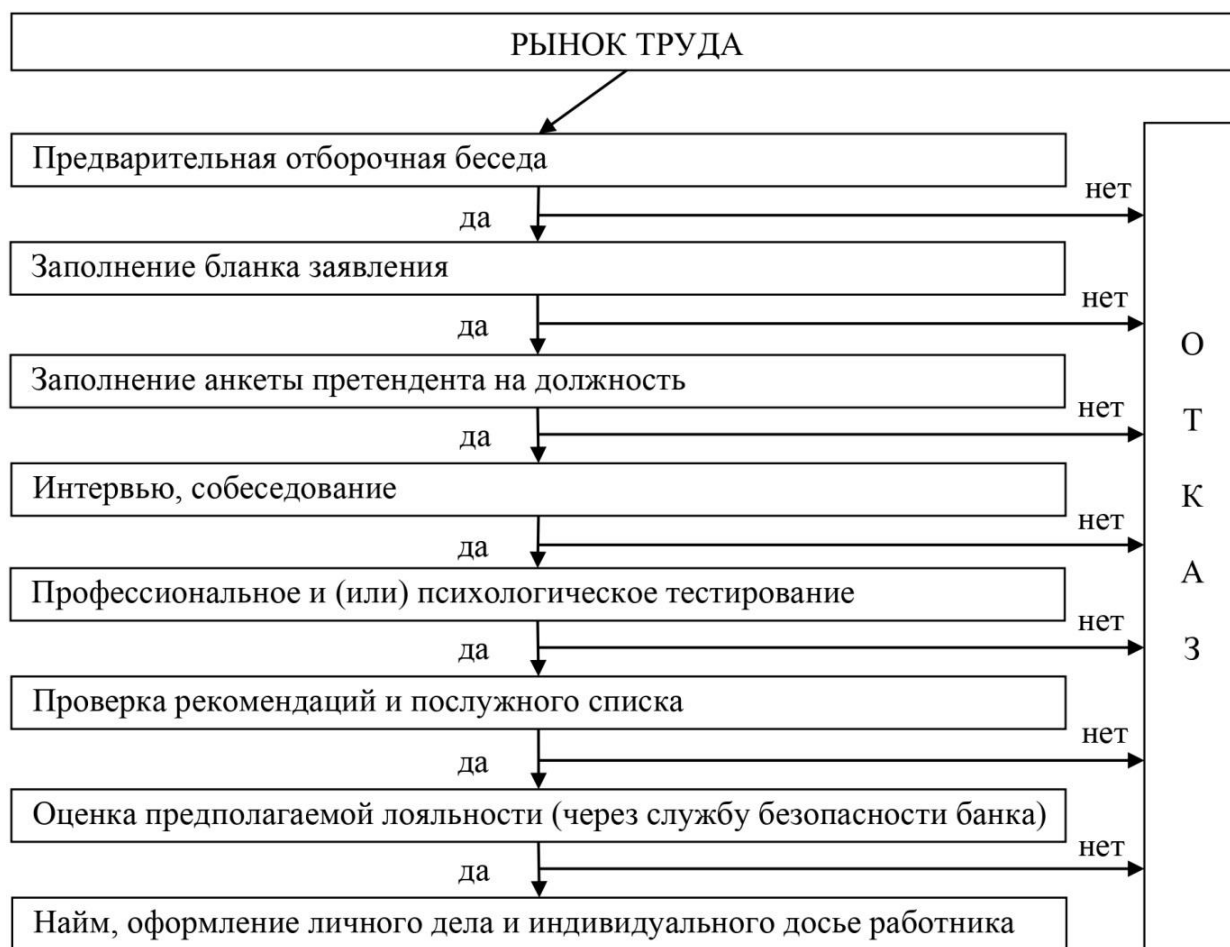


Рисунок – Процесс отбора персонала в АО «Т-Банк»

При невозможности закрытия вакансии внутренними ресурсами поиск кандидатов продолжается во внешних трудовых ресурсах.

Источники поиска кандидатов при внешнем подборе:

- 1) использование сайта АО «Т-Банк» (размещение объявлений на <https://www.tinkoff.ru>);
- 2) использование специализированных сайтов сети Интернет (размещение объявлений в hh.ru, superjob.ru);
- 3) использование услуг кадровых агентств;
- 4) использование печатных изданий (размещение объявлений в СМИ);
- 5) участие в ярмарках вакансий города;
- 6) участие в ярмарках вакансий вузов.

Можно сделать вывод, что система набора и процесс привлечения персонала в организации АО «Т-Банк» выстроен достаточно хорошо.

При отборе персонала в АО «Т-Банк» реализуются следующие этапы:

1. Отбор резюме и анализ анкетных данных работником отдела по работе с персоналом. Выбор кандидатов, наиболее соответствующих требованиям, указанным в заявке.
2. Назначения времени собеседования.
3. Собеседование с кандидатом. Проводится специалистом отдела по работе с персоналом. Обычно применяется свободная структура проведения интервью.
4. По итогам собеседования специалист, его проводивший, принимает решение о возможности представления кандидата руководителю отдела, в котором открыта вакансия. В процессе принятия решения личные эмоции и эмоциональное восприятие менеджера по работе с персоналом играют очень важную роль. Однако основным фактором при принятии решения являются все же объективные показатели результатов собеседования. Большое зна-

чение имеют образование претендентов и их квалификация. Тестирование для кандидатов не проводится.

5. Представление кандидатов руководителю отдела и принятие решения о найме нового сотрудника.

В среднем весь процесс подбора персонала в АО «Т-Банк» занимает 10–12 дней.

При наборе персонала в АО «Т-Банк» ставка делается главным образом на молодых специалистов. Такие кандидаты, как правило, не претендуют на высокую заработную плату, но большинству молодых специалистов требуется много времени на адаптацию и приобретение достаточного уровня знаний, навыков и опыта для качественного выполнения своих обязанностей. Некоторые из них не могут справиться со своими обязанностями, и их приходится увольнять, а это влечет за собой необходимость поиска новых кандидатов и связанные с этим временные и финансовые затраты.

Проведем анализ временных затрат, необходимых для подбора одного сотрудника (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ временных затрат, необходимых для подбора одного сотрудника

| Этапы | Примерные сроки |
|---|---|
| Получение заявки на подбор | 8 рабочих часов |
| Анализ заявки | 2 рабочих часа |
| Согласование заявки | 2 рабочих часа |
| Разработка модели требований к кандидату | 1 рабочий час |
| Поиск кандидатов | 0,8 рабочего часа на каждого кандидата |
| Сортировка по заданным критериям | 1 рабочий час |
| Формирование списка кандидатов по критериям | 1 рабочий час |
| Телефонное интервью | 0,3 рабочего часа на каждого кандидата |
| Собеседование | 2,05 рабочих часа на каждого кандидата |
| Формирование списка итоговых кандидатов и результатов оценки для передачи руководству | 1 рабочий час |
| Выбор и согласование финальных кандидатов | 1 рабочий час |
| Оценка профпригодности кандидатов | 1,08 рабочего часа на каждого кандидата |
| Итоговое собеседование | 1 рабочий час на каждого кандидата |
| Принятие решения о приеме на работу | 1 рабочий час |
| Итого: | 23,23 рабочих часа на каждого кандидата |

Среднее время, затрачиваемое на подбор и отбор одного кандидата, составляет 23,23 рабочих часа. В среднем, в процессе подбора персонала, на одну вакансию сравниваются пять кандидатов.

Хронометраж проведения собеседования представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Хронометраж проведения собеседования

| Перечень операций | Фиксажные точки | | Длительность операции, мин |
|--|-----------------|----------------|----------------------------|
| | Начало операции | Конец операции | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Приветствие | 13:31 | 13:33 | 2 |
| Знакомство | 13:33 | 13:46 | 3 |
| Рассказ истории компании | 13:46 | 13:58 | 2 |
| Разговор на отвлеченную тему | 13:58 | 14:07 | 9 |
| Рассказ о вакансии | 14:07 | 14:19 | 12 |
| Выяснение информации о предыдущем опыте работы | 14:19 | 14:28 | 9 |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-------|-------|---------------|
| Выяснение информации о желаемом уровне заработной платы | 14:28 | 14:33 | 5 |
| Выяснение информации о желаемой должности | 14:33 | 14:33 | 0 |
| Выяснение информации об имеющемся образовании | 14:33 | 14:41 | 8 |
| Выяснение информации о существующих навыках | 14:41 | 14:54 | 13 |
| Разговор на отвлеченную тему | 14:54 | 14:58 | 4 |
| Проведение деловой игры | 14:58 | 15:01 | 3 |
| Выяснение информации о будущем представлении кандидата о себе через 5 лет | 15:01 | 15:07 | 6 |
| Выяснение информации о будущем представлении кандидата о себе через 10 лет | 15:07 | 15:11 | 4 |
| Разговор на отвлеченную тему | 15:11 | 15:13 | 2 |
| Проведение деловой игры | 15:13 | 15:21 | 8 |
| История кандидата о прошлом опыте работы в банке | 15:21 | 15:25 | 4 |
| Инструктирование о прохождении онлайн-тестирования | 15:25 | 15:31 | 6 |
| Разговор на отвлеченную тему | 15:31 | 15:34 | 3 |
| Выражение взаимных благодарностей | 15:34 | 15:35 | 1 |
| Прощание | 15:35 | 15:36 | 1 |
| Итого: | | | 2 часа 5 мин. |

Хронометраж проведения оценки профпригодности кандидата представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Хронометраж проведения оценки профпригодности кандидата

| Перечень операций | Фиксажные точки | | Длительность операции, мин. |
|---|-----------------|----------------|-----------------------------|
| | Начало операции | Конец операции | |
| Приветствие | 13:58 | 13:59 | 1 |
| Выдача задания | 13:59 | 14:03 | 4 |
| Разъяснения к выполнению задания | 14:03 | 14:12 | 9 |
| Вопросы по заданию от кандидата | 14:12 | 14:16 | 4 |
| Выполнение задания | 14:16 | 14:39 | 23 |
| Вопросы по заданию от кандидата | 14:39 | 14:43 | 4 |
| Выполнение задания | 14:43 | 14:48 | 5 |
| Сдача выполненного задания | 14:48 | 14:49 | 1 |
| Оценка выполненного задания | 14:49 | 14:59 | 10 |
| Обсуждение итогов оценки выполненного задания | 14:59 | 15:02 | 3 |
| Разговор на отвлеченную тему | 15:02 | 15:03 | 1 |
| Обсуждение дальнейших действий кандидата | 15:03 | 15:05 | 2 |
| Прощание | 15:05 | 15:06 | 1 |
| Итого: | | | 1 час 8 мин |

В результате анализа хронометража рабочего времени специалиста отдела кадров можно выделить следующую проблему: достаточно много времени отводится на проведение собеседования и оценку профпригодности кандидата.

Далее проведем сравнительный анализ модели подбора персонала АО «Т-Банк» с общей моделью подбора персонала, представленной в трудах С. В. Ивановой по таким критериям:

1. Решение о необходимости подбора персонала.
2. Разработка модели требований к кандидату.

3. Поиск кандидатов.
4. Сортировка по заданным критериям.
5. Формирование списка кандидатов по критериям.
6. Телефонное интервью.
7. Собеседование.
8. Тестирование.
9. Формализация данных.
10. Итоговое собеседование.
11. Принятие решения о приеме на работу.

Результаты анализа показали соответствие модели подбора персонала АО «Т-Банк» общей модели по критериям: решение о необходимости подбора персонала; разработка модели требований к кандидату; сортировка по заданным критериям; формирование списка кандидатов, в соответствии с критериями; тестирование, итоговое собеседование. Также можно отдельно отметить, что поиск кандидатов в системе АО «Т-Банк» развит достаточно хорошо, а по другим критериям выявлены отклонения, которые требуют дальнейшего совершенствования. Например, метод телефонного интервью (6-й критерий) используется неэффективно, кандидатам не задаются вопросы, направленные на предварительную оценку ключевых требований; структура проведения собеседования (7-й критерий) затрудняет возможности объективной оценки кандидатов и не дает возможности их адекватного сравнения; в процессе принятия решения о представлении кандидата руководителю отдела, в который планируется трудоустройство кандидата (9-й критерий), личные эмоции и эмоциональное восприятие менеджера по работе с персоналом могут играть значительную роль; отсутствие данных о психологическом портрете может стать основой для ошибочного выбора среди кандидатов на должность (11-й критерий).

Таким образом, можно отметить, что в АО «Т-Банк» существует четко разработанная и систематизированная система отбора, подбора и найма персонала. Банк уделяет особое внимание подбору квалифицированных кадров, однако существуют некоторые проблемы, решение которых повысит эффективность бизнес-процессов в целом.

Выводы

Опыт АО «Т-Банк» в управлении персоналом является инновационным для России, не имеет аналогов в банковской сфере, показывает невероятные результаты и, как следствие, требует более углубленного изучения в качестве успешной модели.

Однако среди основных проблем в области управления персоналом в АО «Т-Банк», выявленных в результате анализа хронометража рабочего времени специалиста отдела кадров, самого процесса подбора персонала и сравнительного анализа модели подбора персонала АО «Т-Банк» с общей моделью подбора персонала, представленной в трудах С. В. Ивановой, можно выделить следующее:

1. Много времени отводится на проведение интервью.
2. Отсутствует единая база учета набора персонала и поступающих в компанию резюме. Подобная база позволяла бы сотрудникам банка не только отслеживать поступающие резюме и вести их учет, но формировать список кандидатов на должности, которые могут открыться в ближайшее время.
3. У банка нет планов на открытие вакансий. Если бы банк планировал открытие вакансий, то, используя базу резюме, мог бы вести учет кандидатов, которые ожидают появление вакансии по своей специальности и быстро закрывать их.
4. Затраты на поиск персонала в расчете на одного принятого сотрудника увеличиваются, и при этом в последние годы набор сотрудников в основном происходил за счет бесплатных источников их привлечения.
5. Много этапов в процедуре поиска и найма персонала (8 этапов), в то время как другие

крупные компании используют 4–6 этапов.

6. Работа с рекрутинговым агентством при сравнительно больших затратах не приносит должных результатов. Ввиду этого поиск сотрудников через интернет и внутренние источники силами компании приносит больше результатов. Поэтому для получения конкурентного преимущества перед другими организациями, АО «Т-Банк» необходим персональный метод поиска персонала.

Список литературы

1. Мескон, М. Основы менеджмента : пер. с англ. / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – Москва : Диалектика-Вильямс, 2020. – 672 с. – ISBN 978-5-907144-89-7.
2. Берн, Н. Руководство по подбору персонала на постоянную работу : [Учебник рекрутера] / Н. Берн. – URL: <https://clck.ru/3NnLJz> (дата обращения: 08.06.2025). – Текст : электронный.
3. Кибанов, А. Я. Основы управления персоналом / А. Я. Кибанов. – Москва : ИНФРА-М, 2025. – 440 с. – ISBN 978-5-16-018872-0.
4. Управление персоналом / И. Б. Дуракова, Л. П. Волкова, Е. Н. Кобцева, О. Н. Полякова. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 570 с. – ISBN 978-5-16-003563-5.
5. Егоршин, А. П. Основы управления персоналом / А. П. Егоршин. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 352 с. – ISBN 978-5-16-019381-6.
6. Динукова, О. А. Совершенствование системы подбора персонала / О. А. Динукова. – Текст : электронный // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 4(153). – С. 1335–1338. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53989275> (дата обращения: 01.06.2025).
7. Ибрагимова, К. С. Направления совершенствования системы подбора и отбора персонала организации / К. С. Ибрагимова, А. М. Шапиева. – Текст : электронный // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 11(160) – С. 913–916. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=56575609> (дата обращения: 01.07.2025).
8. Алиева, Т. М. Применение современных инструментов при отборе персонала в условиях цифровой экономики / Т. М. Алиева. – Текст : электронный // VII Сперанские чтения. Актуальные проблемы управления в условиях цифровой экономики России : Всероссийская научная конференция : сборник статей, Москва, 01 апреля 2020 года : ч. 1 / Российский государственный гуманитарный университет. – Москва : Российский государственный гуманитарный университет, 2020. – С. 16–26. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44638998> (дата обращения: 01.07.2025).
9. Сизова, И. Л. Особенности подбора персонала: интеллектуальный анализ текстов резюме и вакансий / И. Л. Сизова – Текст : электронный // Регионология. – 2025. – Т. 33. – № 2(131). – С. 271–293. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82539529> (дата обращения: 01.07.2025).
10. Логач, А. В. Новые возможности для оценки компетенций персонала / А. В. Логач. – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика. – 2023. – № 7. – С. 26–27. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54129682> (дата обращения: 28.05.2025).
11. Гареева, Г. А. Совершенствование автоматизированной системы обучения для сотрудников предприятия / Г. А. Гареева. – Текст : электронный // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2024. – № 6. – С. 45–48. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75082541> (дата обращения: 06.06.2025).

В. В. Пехтерева, А. В. Кутовой

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

Анализ системы отбора, подбора и найма персонала в организации банковского сектора

В условиях современного экономического развития на конечный результат деятельности организации влияет адекватная система управления персоналом. Особую роль в этой системе играют процессы отбора, подбора и найма персонала. Их совокупность рассматривается как организационно-функциональная система, в которой учитываются как особенности банковской сферы, так и существующая ситуация во внешнем микро- и макроокружении.

В статье исследована существующая система отбора, подбора и найма персонала в АО «Т-Банк». К основным целям отбора персонала в банковскую организацию можно отнести сортировку резюме и выбор наиболее подходящих кандидатов из числа претендентов, а также блок работ, связанных с оценением образования, квалификации, навыков людей, их опыта работы, личностных качеств, потенциала требуемых специалистов. В ходе процесса отбора персонала в АО «Т-Банк», который состоит из восьми этапов, менеджер работает с учетом специфики различных категорий сотрудников. Эта специфика обязывает общаться с кандидатами как с клиентами. Вектор работы менеджеров по персоналу направлен на постоянное совершенствование и инновации.

Однако, несмотря на процессы постоянного усовершенствования, детальный анализ хронометража рабочего времени специалиста отдела кадров показал излишние затраты времени на проведение собеседования и оценку профессиональной пригодности кандидата. Результаты показали в целом соответствие модели подбора персонала в АО «Т-Банк» общей модели, но по отдельным критериям есть возможность для внесения корректирующих действий. Такими направлениями усовершенствования модели подбора персонала являются: телефонное интервью, собеседование, формализация данных, принятие решения о приеме на работу.

Кроме совершенствования процессов отбора персонала в организацию необходима активная позиция руководства и кадровой службы в вопросах адаптации и обучения новых сотрудников. Дальнейшее решение указанных проблем позволит повысить эффективность всех бизнес-процессов в банковской организации и конкурентную позицию на рынке.

ПЕРСОНАЛ, ОТБОР, ПОДБОР, НАЙМ, БАНКОВСКИЙ СЕКТОР, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ КАДРЫ, ХРОНОМЕТРАЖ СОБЕСЕДОВАНИЯ, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

V. V. Pekhtereva, A. V. Kutovoi

*Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Analysis of the Selection, Recruitment and Personnel Hiring System
in the Banking Sector Organization*

In the conditions of modern economic development, the final result of the organization's activities is influenced by an adequate personnel management system. The selection, recruitment and personnel hiring play a special role in this system. Their totality is considered as an organizational and functional system, which takes into account both the specifics of the banking sector and the existing situation in the external micro- and macro-environment.

The article examines the existing system of the selection, recruitment and personnel hiring in the JSC T-Bank. The main objectives of the personnel selection in a banking organization include sorting resumes and selecting the most suitable candidates from among applicants, as well as a block of works related to the assessment of education, qualifications, skills of people, their work experience, personal qualities, and potential of the required specialists. During the personnel selection at the JSC T-Bank, consisting of eight stages, the manager takes into account the specifics of various categories of employees. This specificity obliges to communicate with candidates as with clients. The work vector of HR managers is aimed at continuous improvement and innovation.

However, despite of continuous improvement, a detailed timekeeping analysis of the HR specialist's working time showed excessive time spent on interviewing and assessing the professional suitability of the candidate. The results showed overall compliance of the personnel selection model at the JSC T-Bank with the general model, but there is room for corrective actions for individual criteria. Such areas for improving the personnel selection model are: telephone interview, interview, data formalization, decision-making on hiring.

In addition to improving the personnel selection in the organization, an active position of the management and HR Department is necessary in matters of adaptation and training of new employees. Further solution of the above-mentioned problems will allow to increase the efficiency of all business processes in the banking organization and the competitive position in the market.

STAFF, SELECTION, RECRUITMENT, HIRE, BANKING SECTOR, MANAGEMENT SYSTEM, MANAGEMENT STAFF, INTERVIEW TIMEKEEPING, COMPARATIVE ANALYSIS

Сведения об авторах:

В. В. Пехтерева

SPIN-код РИНЦ:

9061-5571

ResearcherID:

H-4700-2016

Телефон:

+7 949 380-21-43

Эл. почта:

pehtereva.viktoriya@mail.ru

А. В. Кутовой

Телефон:

+7 949 402-06-57

Эл. почта:

kutovoy.alex@mail.ru

Статья поступила 08.07.2025

© В. В. Пехтерева, А. В. Кутовой, 2025

Рецензент: Н. А. Селезнева, канд. экон. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

А. С. Чередниченко

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Рассматриваются актуальные угрозы цифровому суверенитету Российской Федерации в условиях глобального технологического противостояния. Анализируются задачи, определенные в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации, и предлагаются подходы к обеспечению устойчивости и независимости отечественной информационной инфраструктуры. Акцентируется внимание на экономических аспектах укрепления информационной безопасности государства.

Ключевые слова: цифровой суверенитет, информационная безопасность, государство, технологическое противостояние, защита информации, цифровая независимость, экономическая безопасность

Постановка проблемы

В условиях глобального технологического противостояния цифровая инфраструктура Российской Федерации подвергается значительным рискам, связанным с зависимостью от зарубежных технологий, санкционным давлением и ограничением доступа к ключевым ИТ-ресурсам. Данные вызовы подрывают устойчивость национальной экономики и создают угрозы ее цифровому суверенитету. В связи с этим возникает необходимость комплексного анализа угроз и выработки управленческих решений, направленных на укрепление технологической независимости страны.

Анализ последних исследований и публикаций

В настоящее время актуальны вопросы обеспечения информационной безопасности и цифрового суверенитета России. В стране значительное внимание уделяется вопросам импортозамещения (Astra Linux, Байкал, Эльбрус), формированию независимой ИТ-инфраструктуры и обеспечению устойчивости национальной экономики в условиях санкционного давления.

Тему цифровой экономики, обеспечения цифрового суверенитета и его влияния на экономический рост исследовали различные ученые. Так, Т. К. Горемыкина, Н. А. Тришкина и Г. А. Лукошевичус рассматривали взаимосвязь новейших технологий с цифровым и экономическим суверенитетом, а также их роль в стимуляции экономического роста в России. Ученые М. Н. Дудин, В. С. Шкодинский и Д. И. Усманов проанализировали понятие цифрового суверенитета, выделили барьеры его достижения и предложили сценарии развития цифровой инфраструктуры РФ в условиях индустрии 4.0.

Цель статьи – провести анализ ключевых угроз цифровому суверенитету Российской Федерации в условиях глобального технологического противостояния, а также предложить управленческие и экономические подходы к обеспечению устойчивости и независимости отечественной цифровой инфраструктуры.

Основная часть

Цифровая трансформация современного общества делает информационные технологии ключевым фактором национальной безопасности. В условиях усиливающегося глобального технологического противостояния, вызванного геополитическими конфликтами и санкционной политикой, особенно актуальным становится вопрос обеспечения цифрового суверенитета Российской Федерации и ее информационной безопасности.

Одним из ключевых нормативных документов, определяющих политику государства в данной сфере, является Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ от 5 декабря 2016 года № 646). Целями государственной политики Российской Федерации в области информационной безопасности, согласно этого документа, являются:

- защита прав граждан в информационной сфере;
- устойчивое функционирование критической информационной инфраструктуры (КИИ);
- достижение технологической независимости;
- развитие отечественных научных и производственных компетенций;
- контроль информации от пропаганды и подрыва суверенитета;
- защита государственной тайны [1].

В настоящее время технологии становятся не только экономическим, но и политическим оружием, страны выстраивают свою внешнюю политику, апеллируя к двум факторам. Первым из них является цифровая зависимость – когда государство зависит от иностранных платформ, программного обеспечения, облаков, микропроцессоров, сетевого оборудования. Второй фактор – это технологический протекционизм – политика ограничения доступа к передовым технологиям другим странам с целью сохранения лидерства или нанесения ущерба. Такие крупные компании, как «Microsoft», «Google», «Amazon», «Intel», «Cisco», «Nvidia» стали опосредованными участниками геополитических конфликтов, выполняя решения своих правительств, либо добровольно ограничивая доступ к своим ресурсам пользователей из недружественных стран.

После 2014 года, особенно с 2022 года, на Российскую Федерацию были наложены беспрецедентные технологические санкции. Их цель – затормозить цифровое развитие, лишить доступа к инновационным ресурсам, ослабить оборонную и экономическую мощь страны. Основные меры давления были направлены на ограничения доступа к программному обеспечению (ПО) и запрет ввоза отдельных категорий товаров (таблица 1).

Таблица 1 – Направления технологического давления на Российскую Федерацию

| Сфера | Направление технологического давления | Результат |
|-------------------|--|---|
| Микроэлектроника | Прекращение поставок чипов от Intel, AMD, TSMC | Срыв контрактов, рост спроса на отечественные аналоги, зависимость от Китая |
| ПО | Блокировка Windows, AutoCAD, SAP, Oracle | Форсированное внедрение Astra Linux, Р7-Офис |
| Облачные сервисы | Удаление аккаунтов, блокировка доступа к GitHub, AWS | Потеря данных, утрата цифровых активов, миграция на российские облачные сервисы |
| Киберпространство | Блокировки сайтов, сервисов, отключение от API | Рост цифровой изоляции, развитие Рунета, национальных DNS и VPN |

Цифровой суверенитет – это способность государства самостоятельно формировать и реализовывать политику в цифровой среде, обеспечивая контроль над критической информационной инфраструктурой, данными, технологиями и средствами коммуникации. Цифровой суверенитет обеспечивает не только информационную безопасность, но и устойчивость всей государственной системы в условиях кибервойн, санкционного давления и технологических блокад.

Основными показателями цифрового суверенитета Российской Федерации являются: технологическая независимость, устойчивость критической информационной инфраструктуры, уровень импортозамещения, защита данных и информационных ресурсов, суверенный интернет и нормативно-правовая защищенность.

С новой вехой – четвертой промышленной революцией, происходит направленность на внедрение в производственные процессы новых технологий, которыми являются цифровые технологии [2]. В настоящее время для предприятий стали развиваться возможности применения интеллектуальных систем, интернета вещей, сенсоров и т. д. К 2025 году уже практически повсеместно используется искусственный интеллект, который подходит под задачи контроля качества, автоматизации однотипных процессов. В таких компаниях, как, например, «АвтоВАЗ», применяется искусственный интеллект для обнаружения дефектов, в «Газпром» он используется для отслеживания изношенности деталей, что помогает заблаговременно получить информацию о выходе их из строя. Даже на атомных станциях применяются подобные технологии. Так, «Росатом» создал целую автоматизированную систему, которая управляет процессами на производстве. Эта концепция ведет к тому, что роль информационного сектора развивается и увеличиваются сферы применения интеллектуальных технологий, поэтому важность независимой цифровой среды приобретает все большую актуальность.

С развитием информационных технологий цифровой суверенитет все теснее становится связан с экономической политикой страны, поскольку процессы цифровизации оказывают на нее прямое влияние. Внедрение современных цифровых решений повышает эффективность работы предприятий и государственных структур, что способствует росту ВВП. В то же время, ущерб или невозможность использования новых технологий приводит к замедлению экономического развития, негативно сказывается на уровне жизни граждан и ценовой стабильности, требуя принятия мер для восстановления и стабилизации экономики [3].

Цифровой суверенитет непосредственно влияет на экономическую безопасность России, обеспечивая независимость от иностранных технологий и платформ. Развитие отечественного программного обеспечения, процессоров, облачных сервисов и критической инфраструктуры повышает эффективность промышленного и государственного сектора, снижает уязвимость к санкциям и международным технологическим ограничениям. Одновременно формируется национальная инновационная экосистема, стимулирующая создание собственных продуктов и сервисов, что укрепляет экономическую устойчивость и снижает финансовые и технологические риски.

В наше время существует целое направление, которое появилось из-за слияния экономики и информационно-коммуникационных технологий – ИКТ-сектор. Данная отрасль занимается производством изделий для создания информационной инфраструктуры, обеспечивающих возможность увеличения общего объема ВВП [4]. Так, реализация товаров, работ и услуг за первую половину 2025 года уже превысила их количество за тот же период 2024 года на 13,4 % – это около 1,9 трлн рублей. Самая большая часть – программное обеспечение – возросла на 36,1 %, а самый незначительный рост у телекоммуникаций – всего 5,2 %. Самыми крупными российскими компаниями в ИКТ-сфере являются: «Т1»; «Инфосистемы Джет»; «IBS Group»; «Ventra»; «Лаборатория Касперского»; «ИКС Холдинг»; «Ростелеком»; «МТС».

Современное государство невозможно представить без цифровых технологий, поскольку они пронизывают все сферы – от экономики до обороны. Таким образом, цифровой суверенитет становится неотъемлемой частью общегосударственной автономии, обеспечивая:

- политическую сферу – контроль над информационным пространством предотвращает вмешательство извне;
- социально-гуманитарную сферу – защита цифровых прав граждан, персональных данных, ограничение иностранного влияния на культуру и образование;
- экономическую сферу – независимое проведение экономических операций.

К числу наиболее значимых угроз цифровому суверенитету Российской Федерации относятся:

- зависимость от зарубежных программных и аппаратных решений;
- ограничение доступа к международным ИТ-платформам и сервисам;
- атаки на критическую информационную инфраструктуру;
- информационно-психологическое воздействие с использованием сетевых технологий.

В России имеются экономические проблемы, связанные с зависимостью от западных технологий. До санкций со стороны США и большинства стран, поддерживающих их, поставки требуемого оборудования шли непрерывно. А в настоящее время приходится искать ему замену. Из-за слабо развитого уровня развития его производства в нашей стране сделать это бывает достаточно сложно, а порой и невозможно. Из-за действия санкций появляется риск снижения экономической безопасности в стране, ведь требуются ресурсы, которые ранее применялись в интеграции с собственными разработками. Это приводит к замедлению разработки новых технологий на базе современного оборудования, так как его производство приходится начинать практически с нуля, создавая собственные аналоги, заменяющие иностранные разработки применявшегося длительное время оборудования [5].

В России уже развиваются технологии, которые могут стать полноценной заменой зарубежных аналогов. Так, например, отечественный вариант реализации спутникового интернета с течением времени может прийти на замену Starlink. Его разработкой занимается АО «Газпром космические системы» (ГКС) – компания, которая реализует телекоммуникационные услуги через спутниковые системы, а также применяет геоинформационные системы. Главная ее деятельность – это продажа услуг спутникового интернета. Так как в настоящий момент на территории России не работает Starlink, система спутниковой связи и вещания «Ямал» от ГКС может рассматриваться как альтернатива технологии компании «SpaceX» [6]. Основные отличия «Ямал» от Starlink приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные различия систем спутниковой связи «Ямал» и Starlink

| Критерий сравнения | Система спутниковой связи и вещания «Ямал» | Глобальная система спутниковой связи Starlink |
|---------------------------------|---|--|
| Компания-разработчик | АО «Газпром космические системы» (Россия) | «SpaceX» (США) |
| Орбита | Спутники «Ямал» находятся на геостационарной орбите (GEO, ~36 000 км) | Starlink работает на низкой околоземной орбите (LEO, ~550 км) |
| Количество спутников | 5 («Ямал-202», Ямал-300К», «Ямал-401», «Ямал-402», «Ямал-601») | 7 264 |
| Подключение | VSAT-терминал, установка требует специальных знаний, оборудование массивнее | Компактная автоматическая антенна («тарелка») + сразу Wi-Fi |
| Скорость | до ~100 Мбит/с | Достигает почти 200 Мбит/с |
| Масштаб | Несколько геостационарных аппаратов, покрывающих Россию, Европу, часть Азии и Африки | Глобальная сеть из тысяч спутников |
| Цена оборудования | 90 000 руб. | 40 000 руб. |
| Доступность | Доступна по всей территории России, а также дает возможность беспроводного прохождения на 100 % Северного морского пути от Роттердама до Пусана | Доступна в 123 странах и регионах мира (по состоянию на 2025 год). Недоступна в России |
| Особенности и надежность работы | Система демонстрирует высокую устойчивость к неблагоприятным погодным условиям и космическим воздействиям за счет современных технологий, систем навигации и управления. Это обеспечивает бесперебойную связь даже во время сильных дождей и снегопадов | Динамическая маршрутизация: система постоянно анализирует загруженность каналов, погодные условия и другие факторы, выбирая оптимальный путь для передачи данных |

Итоги сравнения показывают, что «Ямал» опирается на ограниченное число геостационарных аппаратов, что приводит к высокой задержке сигнала, необходимости установки дорогостоящего и громоздкого оборудования. Starlink же, напротив, использует низкоорбитальную группировку из тысяч спутников, что обеспечивает низкие задержки, более высокие скорости передачи данных. Таким образом, Starlink технологически более продвинут и массово ориентирован, тогда как «Ямал» выступает одним из локальных решений, ориентированным на нужды России.

Выполнение задачи по доступу к широкополосному интернету для всей территории России возможно благодаря технологическому прогрессу. Так, к 2026 году планируется запустить в космос на высокоэллиптическую орбиту спутник «Экспресс-РВ», целью которого будет наладить связь в зоне Северного морского пути. Как рассказывают производители данной системы, ее функционал ожидается большим, чем у Starlink. Эта разработка является ярким примером того, как из-за санкций происходит создание собственных технологий.

На основании вышеизложенного определим основные направления (пути) достижения цифрового суверенитета Российской Федерации. В обобщенном виде они представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Пути достижения цифрового суверенитета Российской Федерации

| Направления | Характеристика |
|--|---|
| Импортозамещение ПО и оборудования | Развитие отечественных операционных систем – Red OS, Astra Linux, Альт, процессоров – Байкал, Эльбрус, а также систем управления базами данных – Tantor, Proxims DB |
| Защита КИИ | Внедрение национальных стандартов безопасности, аудит информационной безопасности |
| Суверенный интернет | Развитие собственного DNS, магистральных сетей, центров обработки данных |
| Использование институциональных мер | Правовое регулирование (ФЗ-187), развитие системы «ГосСопка», контроль информации со стороны федеральных служб (ФСБ, ФСТЭК) |
| Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы | Поддержание научно-исследовательских институтов и вузов в части разработки отечественных продуктов в области информационной безопасности |

Самая важная сфера развития отечественных информационно-коммуникационных технологий – разработка и продажа программного обеспечения, поэтому данная область нуждается в защите в первую очередь. К проблемам в данной среде можно отнести два типа нарушений – атаки злоумышленников, приводящие к несанкционированному воздействию, нарушение конфиденциальности, доступности, целостности информации. Второй тип – это нарушение авторских прав.

Защита программного обеспечения предполагает реализацию функций резервирования и возврата к состоянию, когда система была не подвергнута атаке или изменению, такой способ восстановления называют backup. Каждый раз, когда выходят обновления или новые версии приложения, а также дополнений к нему, нужно проверять их подпись и целостность. Например, такая проверка происходит при скачивании макросов – VBA-кода, который используется в Microsoft Office. Приложение может отказать в правах доступа, если обнаружит подозрительный документ, который пытается запуститься вместе с программой. Программное обеспечение должно иметь периодическое обновление с новыми методами защиты от уже выявленных ошибок и уязвимостей [7].

Для противодействия цифровому пиратству и незаконному распространению контента следует применять как технические, так и организационно-правовые меры. К основным мерам относятся: использование систем Digital Rights Management (DRM) для ограничения

несанкционированного копирования и распространения цифровой продукции, внедрение лицензионных ключей и онлайн-активации программного обеспечения, а также применение водяных знаков и других технологий отслеживания источников утечки данных. Важную роль играют и правовые механизмы защиты авторских прав, включая мониторинг торрент-сетей, блокировку пиратских ресурсов и судебное преследование нарушителей. Эффективная стратегия должна сочетать технологические средства защиты с развитием легальных цифровых платформ, обеспечивающих пользователям доступный и удобный способ получения контента.

В условиях текущего технологического давления со стороны зарубежных государств и компаний укрепление цифрового суверенитета становится стратегической необходимостью для России. Реализация положений Доктрины информационной безопасности Российской Федерации, развитие отечественных технологий и формирование безопасной цифровой среды – современная основа национальной экономической устойчивости. Дальнейших исследований требуют пути совершенствования правового и институционального регулирования в сфере информационной безопасности.

Выводы

Проанализированы основные угрозы цифровому суверенитету Российской Федерации, связанные с зависимостью от зарубежных технологий, ограничением доступа к международным ИТ-ресурсам, атаками на критическую информационную инфраструктуру, нехваткой высококвалифицированных специалистов по защите информации. Установлено, что важнейшим направлением обеспечения цифрового суверенитета выступает импортозамещение программного обеспечения и оборудования.

Предложены управленческие и экономические подходы к обеспечению устойчивой цифровой экономической безопасности России.

Государственная политика в области информационной безопасности должна быть направлена на технологическую независимость, поддержку отечественных разработчиков и формирование устойчивой цифровой национальной экономики.

Список литературы

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации : утверждена Указом Президента Рос. Федерации от 5 декабря 2016 г. № 646. – Текст : электронный // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2016. – № 50. – С. 17035–17043. – URL: <https://clck.ru/3MqTST> (дата обращения: 18.08.2025).
2. Дудин, М. Н. Цифровой суверенитет России: барьеры и новые траектории развития / М. Н. Дудин, В. С. Шкодинский, Д. И. Усманов. – Текст : электронный // Проблемы рыночной экономики. – 2021. – № 2. – С. 30–49. – URL: <https://goo.su/GKOUdjY> (дата обращения: 18.08.2025).
3. Горемыкина, Т. К. Цифровизация экономики России, цифровой суверенитет, их взаимосвязь и влияние на экономический рост / Т. К. Горемыкина, Н. А. Тришкина, Г. А. Лукошевичус. – Текст : электронный // Экономика. – 2023. – № 6. – С. 13–16. – URL: <https://goo.su/0gN6H0J> (дата обращения: 19.08.2025).
4. Логинов, В. Г. Доля продукции и услуг сферы информационных и коммуникационных технологий в ВВП / В. Г. Логинов. – Текст : электронный // Информационная среда сферы науки и инноваций. – С. 362–376. – URL: <https://goo.su/b8Qo3> (дата обращения: 19.08.2025).
5. Водомеров, Н. К. Преодоление технологического отставания России и цифровая экономика / Н. К. Водомеров. – Текст : электронный // Теоретическая экономика. – 2019. – № 3. – С. 70–73. – URL: <https://goo.su/MgPrK> (дата обращения: 19.08.2025).
6. Вселенная возможностей ТЭК. Проект о космических технологиях на службе у отрасли. – Текст : электронный // Газпром космические системы : сайт. – URL: <https://www.gazprom-spacesystems.ru/ru/> (дата обращения: 19.08.2025).
7. Чередниченко, А. С. Кибербезопасность информационно-управляющих систем в автотранспорте / А. С. Чередниченко. – Текст : электронный // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса: в рамках 11-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики, Горловка, 28 мая 2025 г. : материалы XI Международной научно-практической конференции / редкол. : Д. Н. Самисько [и др.]. – Горловка : АДИ ДонНТУ, 2025. – С. 436–438. – URL: <https://адидоннту.пф/news/p6dztr8a/> (дата обращения: 19.08.2025).

А. С. Чередниченко
Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
Цифровой суверенитет как фактор экономической безопасности России

Высокий уровень цифрового суверенитета способствует технологической независимости государства, экономической устойчивости и национальной безопасности. Рассмотрены и исследованы основные угрозы и вызовы цифровой инфраструктуре Российской Федерации в условиях глобального технологического противостояния. Изучены ключевые направления обеспечения цифрового суверенитета, включая импортозамещение программного обеспечения и оборудования, развитие отечественных процессоров и операционных систем, а также создание суверенной информационно-технологической инфраструктуры. Разработаны системные подходы к укреплению устойчивости национальной экономики, обеспечивающие цифровую независимость и защиту критической информационной инфраструктуры, в том числе посредством совершенствования правового и институционального регулирования в сфере информационной безопасности.

Цифровой суверенитет государства отражает уровень технологической независимости и устойчивости к внешним воздействиям, что, в свою очередь, связано с возможностью обеспечения развития экономических и социальных процессов государства и его институтов. Его укреплению способствует научно-технический прогресс и эффективное управление информационной инфраструктурой.

Таким образом, цифровой суверенитет рассматривается не только как инструмент информационной безопасности, но и как фактор устойчивого экономического развития, политической автономии и социальной стабильности. Укрепление цифровой независимости государства становится ключевым элементом национальной стратегии в условиях глобального технологического противостояния.

ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ГОСУДАРСТВО, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ, ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ, ЦИФРОВАЯ НЕЗАВИСИМОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

A. S. Cherednichenko
Don State Technical University, Rostov-on-Don
Digital Sovereignty as a Factor of Russia's Economic Security

A high level of digital sovereignty contributes to the technological independence of the state, its economic sustainability and national security. The main threats and challenges to the digital infrastructure of the Russian Federation in the context of global technological confrontation are considered and investigated. The key areas of ensuring digital sovereignty including software and equipment import substitution, the development of domestic processors and operating systems, as well as the creation of the sovereign information technology infrastructure are studied. Systematic approaches are developed to strengthen the sustainability of the national economy, ensuring digital independence and protection of critical information infrastructure through improving legal and institutional regulation in the field of the information security.

The digital sovereignty of the state shows the level of technological independence and resilience to external impacts, which, in turn, are associated with the possibility of developing economic and social factors in the structure of the state and its institutions. The importance of the digital sovereignty increases the efficiency of information infrastructure management and contributes to the scientific and technological progress of the country.

Thus, digital sovereignty is considered not only as an instrument of information security, but also as a factor of sustainable economic development, political autonomy and social stability. Strengthening the digital independence of the state is becoming a key element of the national strategy in the context of global technological competition.

DIGITAL SOVEREIGNTY, INFORMATION SECURITY, STATE, TECHNOLOGICAL CONFRONTATION, INFORMATION PROTECTION, DIGITAL INDEPENDENCE, ECONOMIC SECURITY

Сведение об авторе:

А. С. Чередниченко

Телефон: +7 905 476-66-79

Эл. почта: lore7979@mail.ru

Статья поступила 27.08.2025

© А. С. Чередниченко, 2025

Рецензент: М. М. Гуменюк, канд. экон. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

АВТОРЫ ЖУРНАЛА

| | |
|-------------------|--|
| Барбашова М. В. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Белецкий Я. О. | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка |
| Борисов В. В. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Васильченко А. В. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Вовк Л. П. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Волин М. В. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Гуменюк М. М. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Дмитрук Д. Е. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Дудникова Н. Н. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Колесова А. А. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Кутовой А. В. | 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 |

| | |
|--------------------|--|
| Морозова Л. Н. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Пархоменко В. В. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Пашенко Д. Ю. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Пехтерева В. В. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Прокопец Т. Н. | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», г. Ростов-на-Дону |
| Просин Д. Д. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Романько Н. А. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Сердюк А. И. | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка |
| Сытник Е. С. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Сытюк Н. В. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Тимашкова О. А. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Федоров Д. Р. | Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка |
| Чередниченко А. С. | Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону |
| Чорноус О. И. | 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 коллегию 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/>