

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

ВЕСТИ

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

Международный научно-технический журнал

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

№ 2(49), 2024

Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute: международный научно-технический журнал / АДИ ДонНТУ. – Донецк, 2024. – № 2(49). – 127 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 А. П. (д-р техн. наук, проф.); Мищенко Н. И. (д-р техн. наук, проф.).

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

Члены редакционной коллегии: Ангелина И. А. (д-р экон. наук, проф.); Андриенко В. Н. (д-р экон. наук, проф.); Беспалов В. А. (д-р техн. наук, доц.); Братчун В. И. (д-р техн. наук, проф.); Волощенко А. М. (д-р экон. наук, доц.); Дмитриченко А. И. (д-р экон. наук, проф.); Дрозд Г. Я. (д-р техн. наук, проф.); Жанказиев С. В. (д-р техн. наук, проф.); Зырянов В. В. (д-р техн. наук, проф.); Лепа Р. Н. (д-р экон. наук, проф.); Мельникова Е. П. (д-р техн. наук, проф.); Насонкина Н. Г. (д-р техн. наук, проф.); Новиков А. Н. (д-р техн. наук, проф.); Онищенко Д. О. (д-р техн. наук); Половян А. В. (д-р экон. наук, доц.); Полуянов В. П. (д-р экон. наук, проф.); Попова И. В. (д-р экон. наук, доц.); Рассоха В. И. (д-р техн. наук, доц.); Сильянов В. В. (д-р техн. наук, проф.); Тарарычкин И. А. (д-р техн. наук, проф.); Терентьев А. В. (д-р техн. наук, проф.); Ткачук П. Ю. (д-р экон. наук, доц.); Хоменко Я. В. (д-р экон. наук, проф.); Чаусовский А. М. (д-р экон. наук, проф.); Чистяков И. В. (д-р техн. наук, доц.); Якунин Н. Н. (д-р техн. наук, проф.); Башева Т. С. (канд. техн. наук, доц.); Быков В. В. (канд. техн. наук, доц.); Глушко Е. С. (канд. экон. наук); Губа В. В. (канд. техн. наук, доц.); Гуменюк М. М. (канд. экон. наук, доц.); Дудникова Н. Н. (канд. техн. наук, доц.); Коновальчик М. В. (канд. техн. наук); Кужелева А. А. (канд. экон. наук, доц.); Курган Е. Г. (канд. экон. наук, доц.); Легкий С. А. (канд. экон. наук, доц.); Лихачева В. В. (канд. техн. наук, доц.); Морозова Л. Н. (канд. техн. наук, доц.); Николаенко В. А. (канд. техн. наук, доц.); Никульшин С. В. (канд. техн. наук, доц.); Самисько Т. А. (канд. техн. наук, доц.); Селезнева Н. А. (канд. экон. наук, доц.); Скрыпник Т. В. (канд. техн. наук, доц.); Сытник Е. С. (канд. техн. наук); Химченко А. В. (канд. техн. наук, доц.); Химченко А. Н. (канд. экон. наук, доц.); Черноус О. И. (канд. экон. наук, доц.); Шилин И. В. (канд. техн. наук, доц.).

Издается в соответствии с Решением ученого совета АДИ ДонНТУ. Протокол № 2 от 23.10.2024 г.

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

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

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

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

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

Подписано в печать 23.10.2024 г.

Формат 60 × 84/8. Заказ № 215. Тираж 100 экз.

Печать: АДИ ДонНТУ.

Распространяется бесплатно.

© Авторы статей, 2024

© АДИ ДонНТУ, 2024

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

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

International scientific and technical journal

Published since October 2004
Issued four times per year

№ 2(49), 2024

Вестн Автономно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute: international scientific and technical journal / ARI DonNTU. – Donetsk, 2024. – № 2(49). – 127 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 № 2 of 23.10.2024.

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

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

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

Website: <http://ojs.donntu.ru/index.php/vestiadi>; adidonntu.ru; vestnik.adidonntu.ru

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

Signed for posting and printing 23.10.2024.

Format 60 × 84/8. Order № 215. Circulation of 100 copies.

Printed: ARI DonNTU.

Distributed free of charge.

© Authors, 2024

© ARI DonNTU, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТРАНСПОРТ	7
<i>Н. И. Мищенко, А. И. Петров, В. А. Супрун</i>	
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ В ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	7
<i>И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, Ф. В. Молозин</i>	
РАСЧЕТ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-65222-38 В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР	16
<i>В. А. Пантюхов, М. М. Саиян</i>	
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ	24
<i>А. В. Чучина, В. А. Еремеевич</i>	
ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА КОЛЕСНЫХ ПЛАТФОРМАХ	30
<i>Н. А. Селезнева, Р. В. Негурица</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ АВТОБУСНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ	37
<i>М. М. Саиян, Д. Н. Зекун</i>	
АНАЛИЗ И МОДИФИКАЦИЯ СТАНДАРТНЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПЛАТФОРМ	51
<i>А. Г. Федорченко, П. В. Дробный</i>	
МОДЕЛЬ АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦИКЛОВ СВЕТОФОРА НА ПЕРЕКРЕСТКАХ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ	60
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ	69
<i>Т. В. Скрыпник, В. В. Губа, А. Н. Третьякова</i>	
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ДОРОГИ	69
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	76
<i>Е. Н. Свечкаренко, Т. В. Трусова, И. И. Гомаль</i>	
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЛИКВИДАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ	76
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	86
<i>С. А. Легкий</i>	
ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ	86
<i>С. А. Русов</i>	
О ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ СФЕР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОВЫХ СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	99
<i>С. А. Русов</i>	
О ПОВЫШЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАПОЛНЯЕМОСТИ СИСТЕМ УЧЕТА ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ НОВЫХ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	108
<i>О. Н. Шарнопольская, А. Р. Манушенко</i>	
ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ	114

TABLE OF CONTENTS

TRANSPORT.....	7
<i>N. I. Mishchenko, A. I. Petrov, V. L. Suprun</i>	
DESIGN SOLUTIONS OF VARIABLE COMPRESSION RATIO IN INTERNAL COMBUSTION PISTON ENGINES.....	7
<i>I. F. Voronina, F. M. Sudak, F. V. Molozin</i>	
ASSESSMENT CRITERIA CALCULATION OF THE KAMAZ-65222-38 OPERATIONAL RELIABILITY IN CONDITIONS OF LOW NEGATIVE TEMPERATURES.....	16
<i>V. A. Pantiukhov, M. M. Saiian</i>	
DESIGN FEATURES ANALYSIS OF THE MULTIFUNCTIONAL TRANSPORT PLATFORM WITH CROSS-COUNTRY CAPACITY.....	24
<i>A. V. Chuchina, V. A. Ereemeevich</i>	
ADVANTAGES OF MOBILE CRUSHING-AND-SORTING COMPLEXES ON WHEELED PLATFORMS.....	30
<i>N. A. Selezneva, R. V. Neguritsa</i>	
EFFICIENCY DETERMINATION OF THE URBAN BUS TRANSPORTATION MANAGEMENT.....	37
<i>M. M. Saiian, D. N. Zekun</i>	
ANALYSIS AND MODIFICATION OF STANDARD METHODS FOR MEASURING THE ENERGY CHARACTERISTICS OF REMOTELY PILOTED TRANSFER PLATFORMS.....	51
<i>A. G. Fedorchenko, P. V. Drobnyi</i>	
ALGORITHM MODEL FOR THE OPERATION OF TRAFFIC LIGHT CYCLES AT THE TRANSPORT NETWORK INTERSECTIONS.....	60
HIGHWAY CONSTRUCTION AND MAINTENANCE.....	69
<i>T. V. Skrypnik, V. V. Guba, L. N. Tretiakova</i>	
MONITORING THE ROAD NETWORK CONDITION USING INNOVATIVE TECHNOLOGIES.....	69
ENVIRONMENT PROTECTION.....	76
<i>E. N. Svechkarenko, T. V. Trusova, I. I. Gomal</i>	
INTEGRATED APPROACH TO THE ENVIRONMENTAL DAMAGE ELIMINATION FROM COAL MINE WASTE DUMPS.....	76
ECONOMICS AND MANAGEMENT.....	86
<i>S. A. Legkii</i>	
SUBSTANTIATION OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING THE ATTRACTIVENESS OF URBAN BUS ROUTES.....	86
<i>S. L. Rusov</i>	
ON THE FORMATION OF PROPOSALS FOR THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY AND INNOVATION ACTIVITIES IN NEW SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION.....	99
<i>S. L. Rusov</i>	
ON INCREASING THE INFORMATION CONTENT OF INTELLECTUAL PROPERTY ACCOUNTING SYSTEMS OF NEW SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION.....	108
<i>O. N. Sharnopolskaia, A. R. Manushenko</i>	
DIGITALIZATION IN MODERN EDUCATION: PROBLEMS AND OPPORTUNITIES.....	114

ТРАНСПОРТ

УДК 621.43.056

Н. И. Мищенко, д-р техн. наук, А. И. Петров, В. Л. Супрун

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

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ В ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Рассмотрены основные подходы по изменению степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Выявлены преимущества и недостатки каждой группы известных конструктивных решений. Приведены особенности механизма ступенчатого изменения степени сжатия, разрабатываемого в АДИ ДонНТУ для бесшатунного двигателя внутреннего сгорания с кривошипно-кулисным механизмом.

Ключевые слова: поршневой двигатель внутреннего сгорания, переменная степень сжатия, бесшатунный двигатель, топливная экономичность

Введение

Первым прообразом современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) для автомобилей по праву считается двигатель немецкого инженера Николауса Отто, запатентованный в 1878 году. Данный двигатель стал первым четырехтактным двигателем, работающим по закрытому циклу со сжатием смеси перед сгоранием. Такое техническое решение позволило получить коэффициент полезного действия (КПД) двигателя более 12 %. Для сравнения: КПД двигателя Ленуара, работающего по открытому циклу, в 1960 году не превышал значение в 5 % [1]. С 1878 года рабочий цикл Отто стал основным для создания ДВС. Эффективность стандартного рабочего цикла пропорциональна степени сжатия, поэтому ее повышение является одним из ключей к повышению общей эффективности ДВС.

Повышение степени сжатия в ДВС способствует повышению общего КПД двигателя и улучшению топливной экономичности. Максимальное значение степени сжатия зависит от условий внутри камеры сгорания и подбирается для каждой модели двигателя индивидуально, обеспечивая бездетонационное сгорание топливовоздушной смеси при высокой нагрузке на двигатель. Однако большую часть времени ДВС автомобилей работают в режиме частичной нагрузки, то есть в условиях меньшей эффективности, что приводит к более высокому расходу топлива и ухудшению экологических характеристик.

Одним из способов повышения эффективности работы ДВС на частичных нагрузках является применение механизмов реализации переменной степени сжатия [2].

Цель работы

Проанализировать современные исследования и достижения в области создания поршневых двигателей внутреннего сгорания с переменной степенью сжатия.

Основная часть

Создание серийного ДВС с переменной степенью сжатия является сложной задачей. Существует множество патентов и разработок для решения данной задачи, однако все они возможны только в рамках нескольких подходов, направленных либо на непосредственное

изменение объема камеры сгорания, либо на изменение кинематики механизма преобразования движения поршня в ДВС [3].

Оригинальный способ изменения объема камеры сгорания предложила компания SAAB Automobile AB в 1998 году, представив опытный образец двигателя с изменяемой степенью сжатия – SAAB Variable Compression (SVC). В данном двигателе [4] головка блока цилиндров (ГБЦ) выполнена совместно с гильзами цилиндров. Для изменения объема камеры сгорания данная ГБЦ может поворачиваться относительно блока. Поворот осуществляется благодаря шарнирному креплению ГБЦ внутри корпуса двигателя на специальном валу с одной ее стороны и отдельному кривошипно-шатунному механизму с другой стороны. Данный механизм позволяет смещать ГБЦ с гильзами цилиндров относительно вертикальной оси на угол 4° , что в свою очередь изменяет степень сжатия от 14:1 до значения 8:1 [5]. Электронная система управления двигателем SAAB Trionic задает необходимую степень сжатия, управляя гидроприводом кривошипа, учитывая данные о нагрузке на двигатель, качество топлива. Наличие подвижной ГБЦ с гильзами потребовало создания более массивной и совершенной рубашки охлаждения, в результате чего повысилась эффективность отвода тепла от стенок камеры сгорания и гильз цилиндров. Герметизация системы охлаждения на стыке ГБЦ и корпуса реализована резиновой гофрированной прокладкой, а для ее защиты применен металлический кожух. Открытым остался вопрос надежности такого решения.

Поперечный разрез двигателя SAAB представлен на рисунке 1.

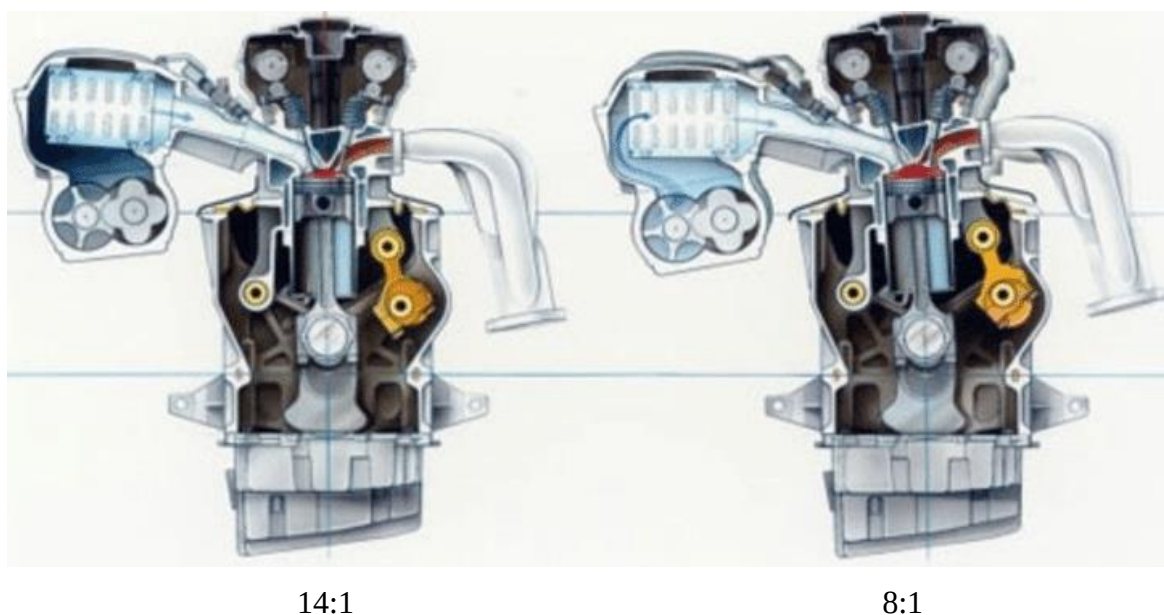


Рисунок 1 – Поперечный разрез двигателя SAAB Variable Compression

Переменная степень сжатия на двигателе SVC позволила реализовать наддув с достаточно высоким значением давления – 2,8 бар [4]. Примененные конструктивные решения способны оптимизировать мощность двигателя и экономичность во всех режимах работы двигателя.

Однако данный двигатель так и не стал серийным.

Ряд компаний сосредоточились на изменении степени сжатия двигателя путем перемещения коленчатого вала в своих опорах [6]. К примеру, разрабатываются опытные двигатели внутреннего сгорания, коленчатый вал которых установлен в эксцентриковые опоры (рисунок 2).

Применив стальные эксцентрики, удастся избежать нежелательного увеличения зазора в коренных вкладышах при температурном расширении на рабочем режиме, что снижает потери давления в системе смазки.

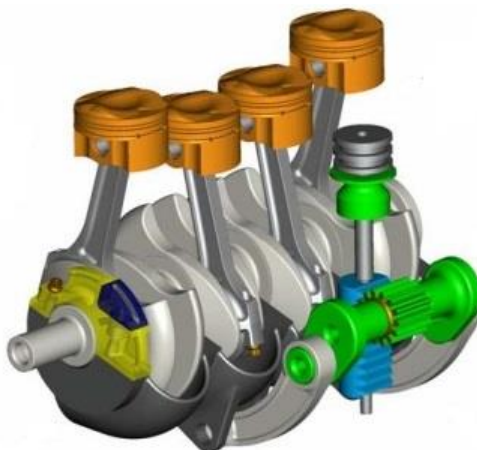


Рисунок 2 – Механизм изменения степени сжатия путем перемещения коленчатого вала

В месте подачи масла из картера в эксцентрики используются специальные кольцевые уплотнительные элементы. Этот вид установки эксцентриков коленчатого вала может быть применен ко всем типам конструкций картера, таким как картер с увеличенной высотой нижней части с индивидуальными опорами коленчатого вала, картер с малой высотой нижней части и опорной плитой, картер лестничного типа и др.

Для устранения смещения между коленчатым валом и неподвижным первичным валом коробки передач применен параллельный эксцентриковый механизм, состоящий из двух дисков, один из этих дисков прикреплен болтами к фланцу коленчатого вала, а другой диск неподвижно подвешен и выровнен с первичным валом коробки передач с помощью опорного подшипника. Передача крутящего момента от подвижного диска к неподвижному осуществляется множеством соединительных элементов – эксцентриков, равномерно расположенных по окружности.

К настоящему времени реализация изменения степени сжатия путем изменения положения коленчатого вала достигла высокого уровня зрелости, но не может рассматриваться как надежная основа для серийного применения в силу сложности, дороговизны и нерешенных вопросов надежности.

Также изменять степень сжатия возможно путем регулирования длины шатуна либо изменяя положение поршневого пальца в верхней головке шатуна.

Шатун переменной длины конструктивно представляет собой гидроцилиндр и содержит гидравлический цилиндр, каналы, золотник и несколько клапанов для установки порога срабатывания (рисунок 3).



Рисунок 3 – Шатун переменной длины

Ключевыми моментами данного технического подхода можно считать: двухступенчатую вариацию длины шатуна с диапазоном регулировки степени сжатия до 6 единиц; простую интеграцию в существующие конструкции двигателей; минимальное воздействие на конструктивные параметры двигателя (диаметр цилиндра, ход поршня, расстояние между цилиндрами, высоту блока и массу двигателя), концентрацию дополнительных масс вблизи нижней головки шатуна, главным образом в области вращающихся масс, и таким образом, уменьшение влияния на колеблющиеся массы.

Гидравлический привод кажется наиболее привлекательным в качестве решения как с точки зрения функциональности, производственных аспектов, так и стоимости, однако отличается наибольшей сложностью разработки и часто оценивается как технически неосуществимый [7].

Компания TOYOTA разработала шатун, предназначенный для изменения степени сжатия в двигателе. Суть разработки заключается в применении в верхней головке шатуна цилиндрической втулки, имеющей эксцентриситет внутреннего отверстия, связанной с рычагом в виде коромысла и парой гидравлически управляемых поршней [8].

Управление механизмом осуществляется потоком масла под давлением от шатунной шейки коленчатого вала через подшипник скольжения и каналы. В шатуне просверлены несколько каналов для масла с обратными клапанами и подпружиненным штифтом, выполняющим роль золотника. Положение золотника зависит от давления масла, подаваемого от коленчатого вала двигателя. Золотник перераспределяет потоки масла и управляет переключением механизма. Меняя давление масла, можно сдвигать этот штифт (перемещение идет вдоль оси коленчатого вала), направляя поток масла в первый либо второй миниатюрный гидравлический цилиндр. В каждом гидравлическом цилиндре есть поршень, соединенный маленьким шатуном с рычагом в виде коромысла, осью которого является втулка, связанная с поршневым пальцем. Поворачивая втулку, можно изменять расстояние от оси шатунной шейки коленчатого вала до оси поршневого пальца и таким образом изменять длину шатуна (рисунок 4).

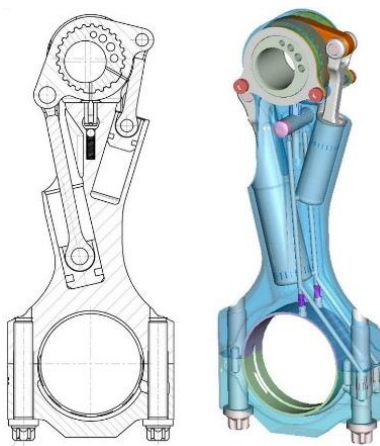


Рисунок 4 – Шатун с механизмом изменения степени сжатия

Данный механизм обеспечивает только два рабочих положения, соответствующие высокой и низкой степеням сжатия, которые, в свою очередь, зависят от давления в системе смазки. При высоком давлении в системе смазки двигателя шатун имеет максимальную длину и обеспечивает высокую степень сжатия. Если давление снижается ниже определенного значения, происходит возврат штифта в первоначальное положение, что изменяет направление потоков к гидравлическим цилиндрам, и в итоге шатун укорачивается, а степень сжатия уменьшается.

Кроме того, компания TOYOTA предложила и другие варианты соотношений давления масла и длины шатуна, в том числе различное поведение при нескольких пороговых уровнях. Работа механизма зависит от настроек золотника и обратных клапанов. Данная система изменения степени сжатия работает автоматически в зависимости от давления в системе смазки двигателя.

На данный момент серийных двигателей с такой системой нет.

Модифицированная идея изменения длины шатуна нашла свою реализацию, в том числе и серийную, в двигателях с траверсными преобразующими механизмами. Данным вопросом занимались такие концерны, как PEUGEOT, NISSAN и HONDA, а также институт «НАМИ» [9, 10], где было изготовлено более десятка образцов траверсных двигателей с управляемым движением поршней на базе серийных моторов ВАЗ, ЯМЗ и DaimlerChrysler.

В серию же запустить траверсный двигатель смог только концерн NISSAN, воплотив все наработки в бензиновом двигателе 2.0 VC-Turbo, устанавливаемом на автомобили бренда INFINITI. Данный двигатель был продемонстрирован на Парижском автосалоне 2016 года [11].

Суть работы механизма изменения степени сжатия строится на том, что ось коленчатого вала смещена относительно оси цилиндров, а шатунная шейка коленчатого вала двигателя связана с траверсой, имеющей еще два цилиндрических шарнира: один соединен с шатуном, он в свою очередь с поршнем; а второй – с коромыслом. Вторым концом коромысла соединен с размещенным в картере двигателя эксцентриковым валом. Объем камеры сгорания зависит от расстояния между поверхностью камеры сгорания головки блока цилиндров и днищем поршня при нахождении последнего в верхней мертвой точке, что определяется координатой оси качания коромысла [12]. Эта координата и, следовательно, степень сжатия двигателя регулируются посредством поворота эксцентрикового вала (рисунок 5).



Рисунок 5 – Механизм изменения степени сжатия в двигателе VC-Turbo

При пуске двигателя и работе на режимах холостого хода и малых нагрузок степень сжатия в двигателе максимальная. По мере роста нагрузки или увеличения давления наддува степень сжатия плавно понижается поворотом эксцентрикового вала. Максимальное давление сгорания ограничивается определенным значением – предельно допустимым по условиям обеспечения работоспособности подшипников силового механизма или отсутствия детонации.

Главные недостатки конструкции всех траверсных двигателей – это увеличение габаритов блока цилиндров двигателя и снижение механического коэффициента полезного действия механизма из-за изменения характера движения звеньев и увеличения количества шарниров.

Еще одним из способов изменения степени сжатия является изменение компрессионной высоты поршня. Такую конструкцию поршня называют ПАРСС (поршень, автоматически регулирующий степень сжатия) [13–15]. Это наиболее привлекательное решение, поскольку требует минимальных изменений архитектуры базового двигателя по сравнению с другими вариантами. К сожалению, это требует значительного увеличения массы всех возвратно-поступательно движущихся масс и что более важно – средства для активации изменения высоты поршня находятся в высокоскоростном возвратно-поступательном узле. Все это снижает возможности по форсированию двигателя, ведет к увеличению его массы и снижает эффект от повышения степени сжатия.

Поршень из отдельной детали превращается в сложный узел, реагирующий на давление в камере сгорания двигателя, как правило, состоящий из головки поршня и отдельной юбки поршня с отверстием под поршневой палец, между которыми находятся упругие элементы (пружины) либо подобие гидравлического цилиндра с клапанами и каналами (рисунок 6).

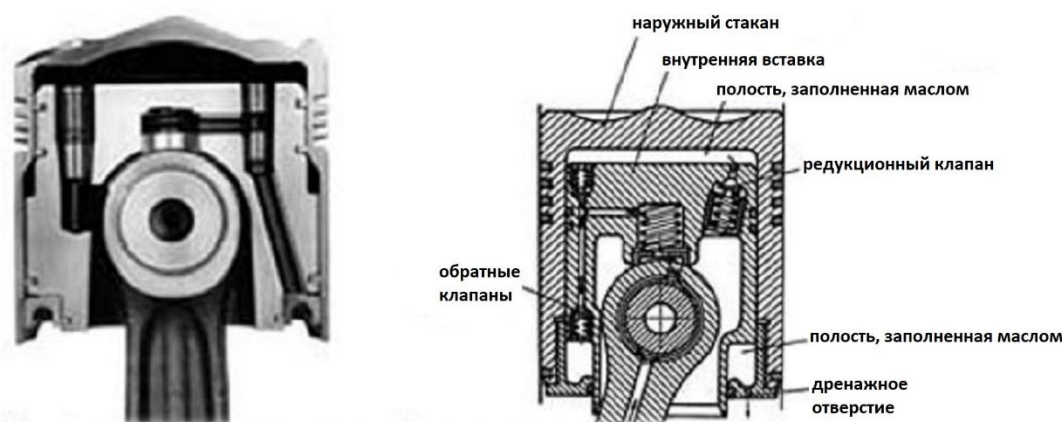
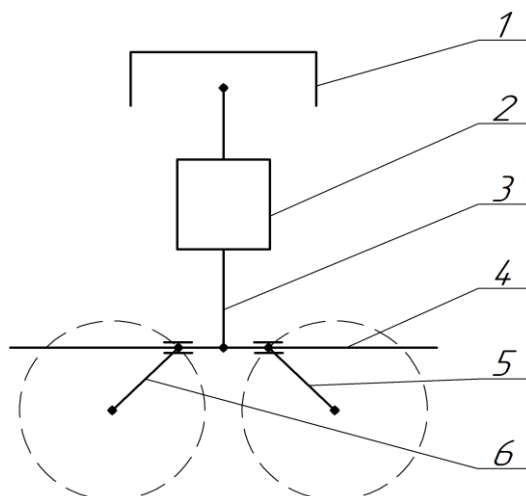


Рисунок 6 – Поршень с механизмом изменения степени сжатия

Подобные механизмы ограничивают пиковое давление внутри камеры сгорания, не допуская детонации при высоких нагрузках без дополнительного управляющего устройства, позволяя двигателю работать с высокой степенью сжатия при низких нагрузках. Также главной особенностью данных механизмов можно назвать высокое быстродействие, так как степень сжатия может измениться с высокого значения на низкое и обратно за один рабочий цикл двигателя. Подобные поршни возможно адаптировать к обычным двигателям, изменив только конструкцию шатуна и в отдельных случаях увеличив высоту блока цилиндров.

Еще одним способом регулирования степени сжатия можно назвать изменение объема камеры сгорания при помощи дополнительного поршня или клапана, открывающего дополнительный объем, однако такие решения ненадежны и трудно реализуемы [16].

В настоящее время в АДИ ДонНТУ ведутся исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке двигателя с переменной степенью сжатия (ϵ_x). Переменная ϵ_x реализуется в бесшатунном поршневом ДВС с кривошипно-кулисным механизмом (ККМ), который разработан в АДИ ДонНТУ [17, 18]. Конструкция бесшатунного двигателя позволяет расположить механизм изменения степени сжатия (МИСС) между поршнем и ККМ (рисунок 7).



1 – поршень, 2 – МИСС; 3 – шток; 4 – кулиса; 5, 6 – кривошипы (коленчатые валы)

Рисунок 7 – Схема бесшатунного двигателя с переменной степенью сжатия

МИСС выполнен в виде силового гидроцилиндра, гидравлический поршень которого связан с поршнем 1 двигателя, а корпус – со штоком 3, соединенным с кулисой 4. Усилие от поршня передается на коленчатые валы через МИСС и шток.

Суть метода регулирования ε_x заключается в изменении объема камеры сгорания за счет изменения расстояния между днищем поршня и головкой цилиндра в момент нахождения поршня в верхней мертвой точке. Перемещение поршня, вызывающее изменение ε_x в работающем двигателе, происходит автоматически.

Сущность работы двигателя с переменной ε_x заключается в том, что в процессе сгорания и начале процесса расширения величина ε_x устанавливается: $\varepsilon_x \leq \varepsilon$ (где ε – степень сжатия, заданная заводом-изготовителем, при которой двигатель работает при максимальной мощности на границе, близкой к детонации), а в остальных процессах величина $\varepsilon_x = \varepsilon_{\max}$, которая выбирается из условий получения высокой топливной экономичности и низкой токсичности отработавших газов.

В настоящее время данный МИСС находится в стадии изготовления. Выполнены расчетные исследования на совмещенных математических моделях рабочего цикла двигателя и рабочего процесса МИСС при различных значениях ε_x . Полученные данные показывают, что использование двухступенчатого изменения степени сжатия улучшает экономические характеристики бензинового двигателя на частичных нагрузках на 15–20 %. Быстродействие предложенного МИСС в 1,5–2 раза выше, чем известных механизмов регулирования ε_x в поршневых ДВС.

Заключение

В работе представлена информация об актуальных конструктивных решениях изменения степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Указаны преимущества и недостатки различных подходов к изменению степени сжатия.

Наиболее перспективными являются наработки АДИ ДонНТУ по созданию механизма изменения степени сжатия, выполненного в виде силового гидроцилиндра, расположенного на штоке бесшатунного двигателя с кривошипно-кулисным механизмом. Разрабатываемый механизм улучшает экономические характеристики бензинового двигателя на частичных нагрузках на 15–20 % и обладает высоким быстродействием.

Список литературы

1. Андрусенко, Е. И. Двигатель Ленуара (к 150-летию изобретения двигателя внутреннего сгорания) / Е. И. Андрусенко, А. П. Калинин // Двигателестроение. – 2010. – № 3(241). – С. 38–44. – EDN MVCDGZ.
2. Матюхин, Л. М. Термодинамический анализ зависимости среднего давления цикла Отто от способа изменения степени сжатия / Л. М. Матюхин // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура : электронный научный журнал. – 2023. – № 2(36). – EDN OLUExA.
3. Shaik, A. Variable compression ratio engine: A future power plant for automobiles – An overview / A. Shaik, N. S. V. Moorthi, R. Rudramoorthy // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D Journal of Automobile Engineering. – 2007. – № 221(9). – P. 1159–1168. – DOI: 10.1243/09544070JAUTO573.
4. Hoeltgebaum, T. Reconfigurability of Engines: A Kinematic approach to Variable Compression Ratio Engines / T. Hoeltgebaum, R. Simoni, D. Martins // Mechanism and Machine Theory. – 2016. – Vol. 96, № 2. – P. 308–322.
5. Drangel, H. The Variable Compression (SVC) and the Combustion Control (SCC) – Two Ways to Improve Fuel Economy and Still Comply with World-Wide Emission Requirements / H. Drangel, E. Olofsson, R. Reinmann. – Текст : электронный // SAE Technical Paper Series. – 2002-01-0996. – URL: <https://www.sci-hub.ru/10.4271/2002-01-0996>.
6. Wittek, K. Development of a Two-stage Variable Compression Ratio Engine / K. Wittek, C. Tiemann, S. Pischinger. – Текст : электронный // FEV Group GmbH. – URL: https://www.fev.com/fileadmin/user_upload/Media/TechnicalPublications/Gasoline_Systems/TwoStageVariableCompressionRatiowithEccentricPistonPin.pdf (дата обращения: 01.04.2024).
7. Variable Compression Ratio – in a Technology Competition? / G. Fraidl, P. Kapus, H. Melde [et al.]. – Текст : электронный // 37th International Vienna Motor Symposium 28th–29th April 2016. – 30 p. – URL: https://www.avl.com/documents/10138/2703308/05.16_PTE_brochure_web_2-step+Variable+Geometric+Compression_EN.

8. Wittek, K. Characterization of the system behaviour of a variable compression ratio (VCR) connecting rod with eccentrically piston pin suspension and hydraulic moment support / K. Wittek, F. Geiger, Marilia G. Justino Vaz // *Energy Conversion and Management*. – 2020. – № 213. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112814>.
9. Марков, В. А. Системы регулирования степени сжатия двигателей внутреннего сгорания. Часть 1 / В. А. Марков, Н. Д. Чайнов, А. В. Гуртовой // *Грузовик*. – 2016. – № 7. – С. 3–12. – EDN WFRYVZ.
10. Кутенев, В. Ф. Выбор схемы и определение размеров основных элементов силового механизма траверсного балансира двигателя / В. Ф. Кутенев, Г. Г. Тер-Мкртчян // *Труды НАМИ*. – 1991. – № 1. – С. 11–24. – EDN TZPVLX.
11. Mizuno, H. Nissan gasoline engine strategy for higher thermal efficiency / H. Mizuno // *Combustion Engines*. – 2017. – Vol. 169(2). – P. 141–145. – DOI: 10.19206/CE-2017-225.
12. Seung, Woo Kwak. Kinematic Conceptual Design of In-Line Four-Cylinder Variable Compression Ratio Engine Mechanisms Considering Vertical Second Harmonic Acceleration / Seung Woo Kwak, Jae Kyung Shim, Young Kwang Mo. – Текст : электронный // *Applied Sciences*. – 2020. – № 10(11). – DOI: 10.3390/app10113765.
13. Авторское свидетельство № 945483 А1 СССР, МПК F02B 75/04, F02D 15/04. Поршень, автоматически регулирующий степень сжатия : № 2948430 : заявл. 30.06.1980 : опубл. 23.07.1982 / В. Н. Скарёнов. – Текст : электронный ; заявитель Предприятие П/Я Р-6197. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU945483A1_19820723.
14. Авторское свидетельство № 939799 А1 СССР, МПК F02B 75/04, F02D 15/04. Поршень, автоматически регулирующий степень сжатия : № 3009920 : заявл. 28.11.1980 : опубл. 30.06.1982 / Б. А. Шароглазов, Ю. М. Зарочинцев. – Текст : электронный ; заявитель Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU939799A1_19820630.
15. Конструкция поршня, автоматически регулирующего степень сжатия, для карбюраторного двигателя / Н. А. Семернин, С. А. Нармагамбетов, А. Т. Бекболова, Г. У. Куралбек // *Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2013) : сборник статей V Международной научно-технической конференции*, Курск, 30 ноября 2013 года / Е. В. Агеев (ответственный редактор). – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2013. – С. 133–146. – EDN VMMSND.
16. Study on selected parameters of engine with the active combustion chamber / M. Glogowski, M. Wozniak, T. Szydlowski, K. Siczek // *Combustion Engines*. – 2023. – Vol. 194(3). – P. 3–12. – DOI: <https://doi.org/10.19206/CE-165830>.
17. Мищенко, Н. И. Нетрадиционные малоразмерные двигатели внутреннего сгорания. В 2 томах. Том 1. Теория, разработка и испытание нетрадиционных двигателей внутреннего сгорания / Н. И. Мищенко. – Донецк : Лебедь, 1998. – 228 с. – ISBN 966-508-181-0.
18. Оценка показателей двигателя легкового автомобиля с новым механизмом изменения степени сжатия / Н. И. Мищенко, А. И. Петров, С. Е. Волков, Д. Д. Ромашов // *Актуальные проблемы науки и техники. 2023 : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции*, Ростов-на-Дону, 15–17 марта 2023 года / ответственный редактор Н. А. Шевченко. – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2023. – С. 598–599. – EDN HLURCD.

Н. И. Мищенко, А. И. Петров, В. Л. Супрун
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Конструктивные решения переменной степени сжатия в поршневых двигателях
внутреннего сгорания

Работа посвящена конструктивным решениям переменной степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания.

Рассмотрены основные подходы по изменению степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Выявлены преимущества и недостатки каждой группы конструктивных решений. Определены перспективы дальнейших разработок механизмов изменения степени сжатия.

Повышение степени сжатия в ДВС способствует повышению общего КПД двигателя и улучшению топливной экономичности. Максимальное значение степени сжатия зависит от условий внутри камеры сгорания и подбирается для каждой модели двигателя индивидуально, обеспечивая бездетонационное сгорание топливовоздушной смеси при высокой нагрузке на двигатель. Однако большую часть времени ДВС автомобилей работают в режиме частичной нагрузки, то есть в условиях меньшей эффективности, что приводит к более высокому расходу топлива и ухудшению экологических характеристик.

Одним из способов повышения эффективности работы ДВС на частичных нагрузках является применение механизмов изменения степени сжатия. Интересными являются разработки компаний TOYOTA, PORSCHE и HILITE по созданию шатуна переменной длины. Теоретически реализация подобной конструкции шатуна может предоставить максимум выгоды по сравнению с другими подходами.

Наиболее перспективной является наработка АДИ ДонНТУ по созданию механизма изменения степени сжатия, который выполнен в бесшатунном двигателе с кривошипно-кулисным механизмом в виде силового гидроцилиндра и связан с одной стороны с поршнем, а с другой – с кривошипно-кулисным механизмом. Теоретическими исследованиями бензинового бесшатунного двигателя показано улучшение экономических характеристик на частичных нагрузках на 15–20 %.

ПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ПЕРЕМЕННАЯ СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ, БЕСШАТУННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ

N. I. Mishchenko, A. I. Petrov, V. L. Suprun
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Design Solutions of Variable Compression Ratio in Internal Combustion Piston Engines

The work is dedicated to constructive solutions of variable compression ratio in internal combustion piston engines.

The article discusses the main approaches to changing the compression ratio in internal combustion piston engines. The advantages and disadvantages of each group of design solutions are identified. The prospects for further development of mechanisms for changing the compression ratio are determined.

The compression ratio increase in an internal combustion engine contributes to an increase in the overall engine efficiency and fuel economy. The maximum value of the compression ratio depends on the conditions inside the combustion chamber and is selected individually for each engine model, ensuring knock-free combustion of the fuel-air mixture under high engine load. However, most of the time, car engines operate under partial load conditions, i. e., with lower efficiency, which leads to the higher fuel consumption and deteriorating environmental characteristics.

One way to increase the efficiency of internal combustion engines at partial loads is to use mechanisms for changing the compression ratio. The developments of companies such as TOYOTA, PORSCHE, and HILITE in creating a variable length connecting rod are of interest. The implementation of such a connecting rod design theoretically can provide maximum benefits compared to other approaches.

The most promising development is the work of the Automobile and Road Institute of «Donetsk National Technical University» in creating a mechanism for changing the compression ratio, which is implemented in a conrod-free engine with a crank-slider mechanism in the form of a power hydraulic cylinder connected on one side to the piston and on the other side to the crank-slider mechanism. Theoretical studies of a gasoline conrod-free engine have shown an improvement in economic characteristics under partial loads by 15–20 %.

INTERNAL COMBUSTION PISTON ENGINE, VARIABLE COMPRESSION RATIO, CONROD-FREE ENGINE, FUEL ECONOMY

Сведения об авторах:

Н. И. Мищенко

SPIN-код РИНЦ: 6604-8459
 Телефон: +7 949 408-87-62
 Эл. почта: mim2802@mail.ru

А. И. Петров

SPIN-код РИНЦ: 4461-4376
 Телефон: +7 949 430-60-28
 Эл. почта: a.i.petrov_adi@mail.ru

В. Л. Супрун

SPIN-код РИНЦ: 3153-8230
 Телефон: +7 949 332-92-61
 Эл. почта: suprunv@mail.ru

Статья поступила 03.06.2024

© Н. И. Мищенко, А. И. Петров, В. Л. Супрун, 2024

Рецензент: А. В. Химченко, канд. техн. наук, доц.,
 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный
 университет имени императора Петра I», г. Воронеж

**И. Ф. Воронина, канд. техн. наук, Ф. М. Судак, канд. техн. наук,
Ф. В. Молозин**

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

РАСЧЕТ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-65222-38 В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Предложена методика определения вероятностных характеристик надежности и оценки закономерностей изменения технического состояния автомобилей КАМАЗ-65222-38, эксплуатирующихся в условиях низких отрицательных температур.

В дальнейшем предполагается использовать результаты исследования для разработки рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Ключевые слова: КАМАЗ-65222-38, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, дисперсия числа отказов, средневзвешенная величина отказов, средний пробег в интервале

Введение

На современном этапе эксплуатации автомобилей в различных условиях, особенно при низких отрицательных температурах, важнейшей задачей является обеспечение их эксплуатационной надежности.

Сложность конструкций автомобилей и возросшие требования к ним привели к тому, что обеспечение их надежности стало критически важным. Автотранспортные средства, не соответствующие высоким стандартам надежности и потребительских характеристик, теряют конкурентоспособность.

Ненадежный автомобиль не способен эффективно функционировать, так как каждый его отказ влечет значительные материальные потери и может привести к дорожно-транспортным происшествиям. Это особенно критично при эксплуатации в условиях низких отрицательных температур, где снижение надежности может поставить под угрозу человеческие жизни.

Анализ публикаций

В [1–3] показана система непрерывного мониторинга условий эксплуатации и изменений технического состояния автомобилей, предложено возродить климатические испытания, как условие повышения безопасности качества автомобилей на Севере, также рассмотрено влияние режимов движения транспортного средства и температуры окружающей среды на КПД трансформатора и др. Но до конца не раскрыта проблема эксплуатационной надежности грузовых автомобилей отечественного производства, эксплуатирующихся в условиях низких отрицательных температур.

Цель статьи

Определение фактической надежности в условиях низких отрицательных температур для дальнейшей разработки рекомендаций по обслуживанию и ремонту автомобилей.

Методика и результаты исследования

В качестве подконтрольных автомобилей авторами была проведена выборка группы автомобилей-самосвалов КАМАЗ-65222-38, которые выполняли обычную транспортную

работу в поселке Ямбург, в условиях Крайнего Севера. Исследования проводились с октября 2023 года по март 2024 года в соответствии с ГОСТ Р 50992 – 2019 «Климатическая безопасность транспортных средств» [4], при этом точность результатов определялась доверительными интервалами, за пределы которых не выйдут значения оцениваемого показателя с доверительной вероятностью P_x при допустимой ошибке ε_x .

Критерий надежности – это признак, по которому оценивается надежность автомобиля или его механизмов и агрегатов. В качестве критериев, позволяющих количественно оценивать эксплуатационную надежность автомобилей, принимают следующие статистические показатели:

- 1) вероятность безотказной работы;
- 2) средний пробег между двумя соседними отказами;
- 3) характеристика опасности или интенсивности отказов;
- 4) коэффициент профилактики.

Данные по отказам и эксплуатационным показателям фиксировались в специальной форме – информационной карте, которая является основным документом по надежности автомобиля. Подконтрольных автомобилей было выбрано $N = 50$ единиц (таблица 1).

Средняя температура воздуха в Ямбурге, где проводились исследования, была следующей:

- октябрь 2023 года – 2,4 °С;
- ноябрь 2023 года – 14,7 °С;
- декабрь 2023 года – 19,1 °С;
- январь 2024 года – 23,4 °С;
- февраль 2024 года – 20,5 °С;
- март 2024 года – 14,6 °С.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета средней наработки до отказа

№ интервал i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Границы интервала	от	22	26,4	30,8	35,2	39,6	44	48,4	52,8	57,2	61,6
	до	26,4	30,8	35,2	39,6	44	48,4	52,8	57,2	61,6	66
Количество отказов n_i		3	5	7	9	7	6	5	4	3	1

Определим вероятность безотказной (исправной) работы, которая заключается в том, что в пределах заданной наработки на отказ объекта не возникает. Вероятность безотказной работы по кумулятивным пробегам определяется, исходя из предположения, что в начальный момент времени исчисления заданной наработки объект был работоспособен [5], по формуле

$$R(X) = e^{-\lambda X}, \quad (1)$$

где λ – функция распределения наработки до отказа;

X – пробег, км.

Поскольку возникновение отказов есть величина случайная, необходимо найти дисперсию (рассеивание) числа отказов в рассматриваемом интервале пробегов, по формуле

$$D[X] = \frac{\sum (X_i - \mu)^2 \cdot n_i}{N}. \quad (2)$$

Получаем

$$D[X] = 102,44 \text{ тыс. км},$$

где X_i – средний пробег в интервале;

μ – средневзвешенная величина отказов;

n_i – количество отказов;

N – общее количество испытуемых автомобилей.

Для этого необходимо найти среднее значение пробега для каждого интервала:

$$MTBF = \sum \bar{x} \cdot \mu, \quad (3)$$

где $\bar{x}$ – среднее значение на каждом интервале пробега.

Получаем $MTBF = 41,36$ тыс. км.

Результаты вычислений заносим в сводную таблицу 2.

Определим среднеквадратичное отклонение рассеивания случайной величины:

$$\sigma = \sqrt{D[X]}. \quad (4)$$

В результате проведенных расчетов, получаем

$$\sigma = \sqrt{102,44} = 10,12 \text{ тыс. км.}$$

Определим коэффициент вариации CV , т. е. степень изменчивости по отношению к среднему показателю выборки, по формуле

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100 \%. \quad (5)$$

Коэффициент вариации составил: $CV = 24,47 \%$. Полученное значение $CV < 33 \%$, поэтому совокупность является однородной.

Найдем доверительный интервал полученных экспериментальных значений, соответствующих доверительной вероятности:

$$CI = \mu \pm Z \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right), \quad (6)$$

где Z – значение для нормального распределения (для 95 % доверительного интервала это 1,96). Ввиду ограниченной возможности получения большего значения экспериментальных значений, воспользуемся t -критерием Стьюдента, учитывая малый объем выборки. Выполним расчет доверительного интервала для 95 % уровня доверия.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}; \quad (7)$$

$$38,48 < CI < 44,24 \text{ тыс. км.}$$

Предположим, что гипотетическое значение t -критерия равно 40 тыс. км пробега, проверим, является ли это значение средним значением пробега до отказа. Для этого сравним значение $t = 40$, по таблице в [6], с критическим значением t и соответствующими степенями свободы: для 95 % уровня доверия (или уровня значимости $\alpha = 0,05$) и степенями свободы:

$$\begin{aligned} \nu &= N - 1; \\ \nu &= 50 - 1 = 49. \end{aligned} \quad (8)$$

Соответственно, значение критерия Стьюдента будет равно 2,009, что меньше критического значения t , поэтому значение t -критерия для проверки гипотезы о том, что среднее значение пробега до отказа является 40 тыс. км будет с вероятностью 95 %.

Для этого определяем середины интервалов пробега $\bar{X}$ и относительные частоты μ :

$$\mu_i = \frac{n_i}{N}, \quad (9)$$

где μ – относительная частота (частость) экспериментальных значений, попавших в i -й интервал вариационного ряда;

n_i – число попаданий экспериментальных значений в i -й интервал, т. е. число автомобилей, имевших отказы за пробег l ;

N – число автомобилей в начале испытаний. Результаты расчета сводим в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчета параметров экспериментального распределения пробегов автомобилей до отказа

№ интервала, i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Границы интервала	от	22	26,4	30,8	35,2	39,6	44	48,4	52,8	57,2	61,6
	до	26,4	30,8	35,2	39,6	44	48,4	52,8	57,2	61,6	66
n_i		3	5	7	9	7	6	5	4	3	1
μ_i		0,06	0,1	0,14	0,18	0,14	0,12	0,1	0,08	0,06	0,02
$\overline{x_i}$		24,2	28,6	33	37,4	41,8	46,2	50,6	55	59,4	63,8
$\overline{x_i \mu_i}$		1,452	2,86	4,62	6,732	5,852	5,544	5,06	4,4	3,564	1,276
$\left(\overline{x_i} - \overline{x}\right)^2$		294,47	162,82	69,89	15,68	0,19	23,43	85,38	186,05	325,44	503,5
$\left(\overline{x_i} - \overline{x}\right)^2 \cdot n_i$		883,40	814,09	489,23	141,13	1,36	140,55	426,89	744,20	976,32	503,5

Рассчитаем интенсивность отказов λ , которая обратно пропорциональна среднему значению вероятности отказов:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}; \lambda = \frac{1}{41,36} = 0,0242, \quad (10)$$

т. е. интенсивность отказов λ составляет 0,0242 отказа на единицу пробега.

Для поиска коэффициента профилактики отказов в нашем случае недостаточно данных, т. к. необходимо знать количество предотвращенных отказов (например, количество проведенных профилактических мероприятий, которые привели к предупреждению отказов) и спрогнозировать общее количество возможных отказов (например, суммарное количество отказов, которые произошли без проведения профилактических мероприятий). При наличии соответствующих экспериментальных значений, коэффициент интенсивности отказов можно вычислить по формуле

$$K_{\text{проф}} = \frac{n_{\text{пред}}}{n_{\text{возм}}}, \quad (11)$$

где $n_{\text{пред}}$ – количество предотвращенных отказов;

$n_{\text{возм}}$ – количество возможных отказов.

Определим вероятность безотказной работы для нашего эксперимента (1): поскольку при помощи (10) мы вычислили интенсивность отказов, получим вероятность безотказной работы с увеличением пробега (таблица 3).

Таблица 3 – Вероятность безотказной работы с увеличением кумулятивного пробега

№ интервала, i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кумулятивный пробег	24,2	59,4	94,6	129,8	165	200,2	235,4	270,6	305,8	341
Вероятность безотказной работы	0,557	0,238	0,101	0,043	0,018	0,008	0,003	0,001	0,001	0,000

Полученные значения представим в виде графика функции (рисунок 1).

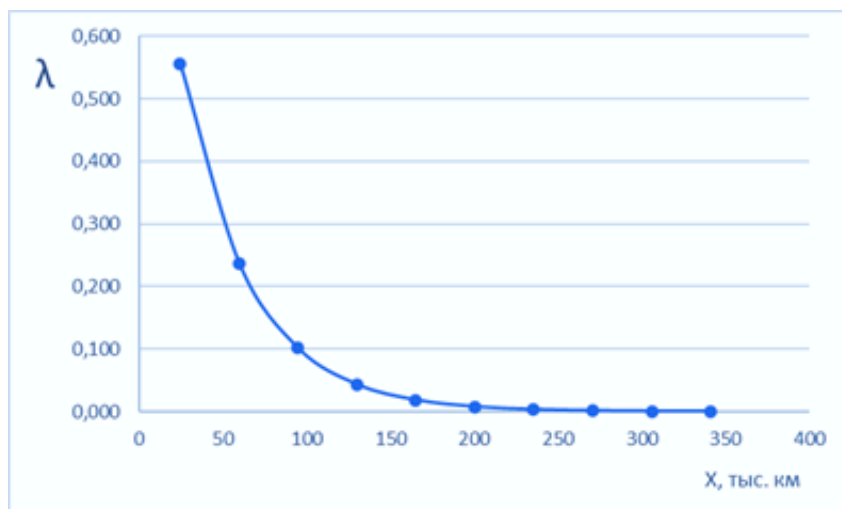


Рисунок 1 – Вероятность безотказной работы по кумулятивным пробегам

Найдем вероятность отказов $P(X_i)$ в заданных интервалах пробега, вероятность безотказной работы $R(X_i)$, а также плотность распределения вероятности $f(X_i)$.

$$P(X_i) = \frac{n}{N}; \quad (12)$$

$$f(X_i) = \frac{P(X_i)}{\Delta X_i}; \quad (13)$$

$$R(X_i) = 1 - \sum_{i=1}^N P(X_i). \quad (14)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Зависимость вероятности безотказной работы и вероятности отказов от пробега

№ интервала, i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Границы интервала, i	от	22	26,4	30,8	35,2	39,6	44	48,4	52,8	57,2	61,6
	до	26,4	30,8	35,2	39,6	44	48,4	52,8	57,2	61,6	66
n_i		3	5	7	9	7	6	5	4	3	1
$\bar{x}_i$		24,2	28,6	33	37,4	41,8	46,2	50,6	55	59,4	63,8
$f(X_i)$		0,014	0,023	0,032	0,041	0,032	0,027	0,023	0,018	0,014	0,005
$\sum P(X_i)$		0,06	0,1	0,14	0,18	0,14	0,12	0,1	0,08	0,06	0,02
$\sum R(X_i)$		0,94	0,9	0,86	0,82	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94	0,98

По полученным значениям построим графики функций (рисунки 2, 3).

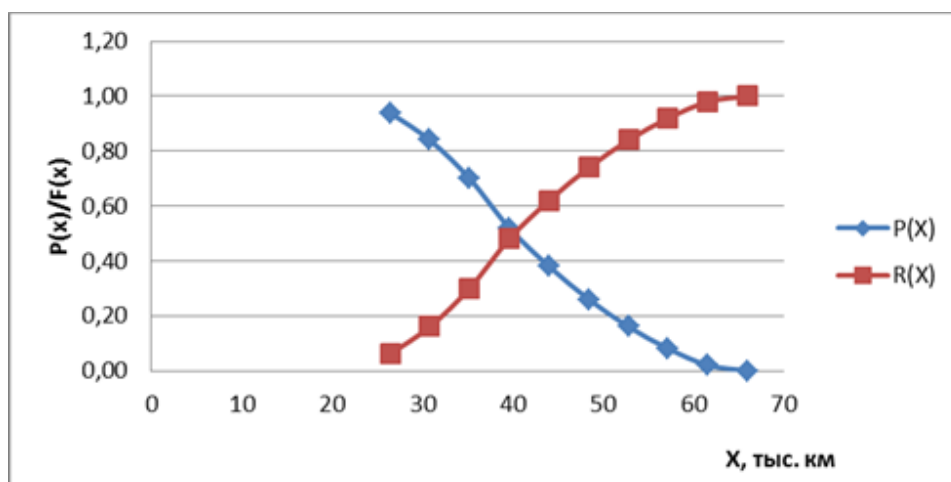


Рисунок 2 – График зависимости вероятности безотказной работы и вероятности отказов от пробега X

Из полученного графика можно сделать вывод, что с увеличением пробега, увеличивается вероятность возникновения отказов и прямо пропорционально снижается вероятность безотказной работы. Переход осуществляется в точке среднего значения пробега 41,36 тыс. км.

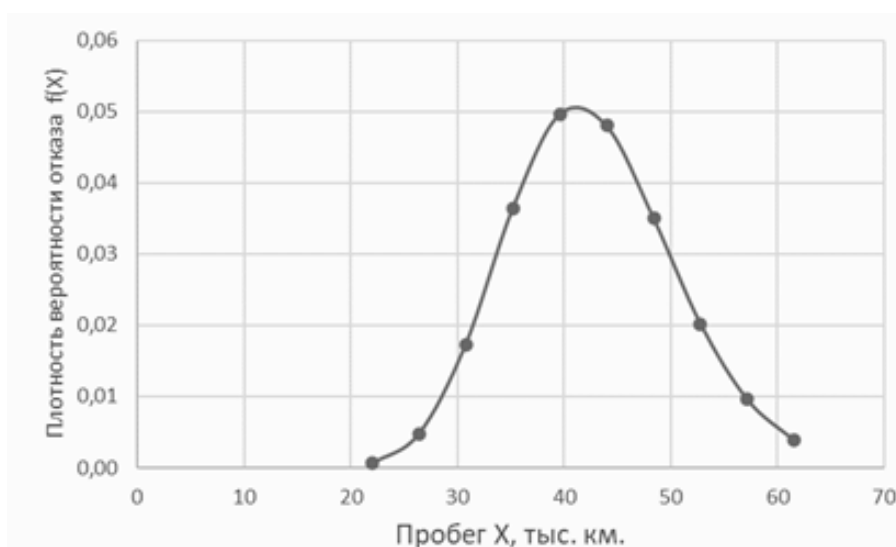


Рисунок 3 – Зависимость теоретической плотности вероятности отказа $f(X)$ от пробега X

Выводы

По отчетным данным и наблюдениям за автомобилями, была дана вероятностная характеристика свойствам надежности, а также оценка закономерности изменения технического состояния автомобилей КАМАЗ-65222-38, эксплуатирующихся в условиях низких отрицательных температур. По результатам исследования были построены графики (рисунки 2, 3), которые можно использовать для разработки рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Список литературы

1. Озорнин, С. П. Методики и результаты оценки эффективности эксплуатации грузовых автотранспортных средств в условиях холодного климата / С. П. Озорнин, И. А. Тарасов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22, № 3. – С. 234–243.

2. Мярин, А. Н. Возрождение климатических испытаний модификаций автотранспорта для Севера и Арктики и снегоболотоходов в Якутии / А. Н. Мярин. – Текст : электронный // Журнал автомобильных инженеров. – 2016. – С. 48–53. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26492898_75541360.pdf.
3. Хлопотов, Р. А. О влиянии температуры окружающей среды на КПД гидротрансформатора / Р. А. Хлопотов // Транспортные и транспортно-технологические системы : материалы международной научно-технической конференции, Тюмень, 16 апреля 2015 года / ответственный редактор Н. С. Захаров. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2015 г. – С. 357–360. – Текст : электронный. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25269935_71004006.pdf.
4. ГОСТ Р 50992- 2019. Автомобильные транспортные средства. Климатическая безопасность. Технические требования и методы испытаний : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 октября 2019 г. №1165-ст : взамен ГОСТ Р 50992–96 : дата введения 2020–05–01 / разработан ФГУП «НАМИ». – Москва : Стандартинформ, 2019. – 27 с.
5. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июня 2016 г. № 654-ст : дата введения 2017–03–01 / разработан ООО «ИНМиТ». – Москва : Стандартинформ, 2016. – 29 с.
6. Судак, Ф. М. Влияние эксплуатационных, транспортных и технологических факторов на надежность АТС при их эксплуатации в условиях низких температур / Ф. М. Судак, И. Ф. Воронина, Ф. В. Молозин // Актуальные проблемы науки и техники. 2023 : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 15–17 марта 2023 года / ответственный редактор Н. А. Шевченко. – Ростов-на-Дону, 2023. – С. 596 – 597. – Текст : электронный. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54103247&ysclid=m2eztfqmbb728573186>.

И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, Ф. В. Молозин
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Расчет критериев оценки эксплуатационной надежности автомобиля КАМАЗ-65222-38
в условиях низких отрицательных температур

На современном этапе эксплуатации автомобилей в различных условиях, особенно при низких отрицательных температурах, важнейшей задачей является обеспечение их эксплуатационной надежности.

Сложность конструкций автомобилей и возросшие требования к ним привели к тому, что обеспечение их надежности стало критически важным. Автотранспортные средства, не соответствующие высоким стандартам надежности и потребительским характеристикам, теряют конкурентоспособность.

Ненадежный автомобиль не способен эффективно функционировать, так как каждый его отказ влечет значительные материальные потери и может привести к дорожно-транспортным происшествиям. Это особенно критично при эксплуатации в условиях низких отрицательных температур, где снижение надежности может поставить под угрозу человеческие жизни. В качестве подконтрольных автомобилей была проведена выборка группы автомобилей-самосвалов КАМАЗ-65222-38, которые выполняли обычную транспортную работу в поселке Ямбург, в условиях Крайнего Севера.

Рассчитаны критерии фактической надежности в условиях низких отрицательных температур для дальнейшей разработки рекомендаций по обслуживанию и ремонту автомобилей.

КАМАЗ-65222-38, ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ, ДИСПЕРСИЯ ЧИСЛА ОТКАЗОВ, СРЕДНЕВЗВЕШЕННАЯ ВЕЛИЧИНА ОТКАЗОВ, СРЕДНИЙ ПРОБЕГ В ИНТЕРВАЛЕ

I. F. Voronina, F. M. Sudak, F. V. Molozin
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Assessment Criteria Calculation of the KAMAZ-65222-38 Operational Reliability
in Conditions of Low Negative Temperatures

At the current stage of the vehicle operation in various conditions, especially at low negative temperatures, the most important task is to ensure their operational reliability.

The complexity of vehicle designs and increased requirements for them have led to the fact that ensuring their reliability has become critical. The vehicles that do not meet high standards of reliability and consumer characteristics lose their competitiveness.

An unreliable car is unable to function effectively, since each failure entails significant material losses and can lead to road accidents. This is especially critical when operating in low-freezing temperatures, where reduced reliability can put human lives at risk.

A group of KAMAZ-65222-38 dump trucks, which performed routine transport work in the village of Yamburg, in the conditions of the Far North, was sampled as control vehicles. The criteria of actual reliability under conditions of low negative temperatures are calculated for the further development of recommendations for vehicle maintenance and repair.

KAMAZ-65222-38, FAULT-FREE OPERATION PROBABILITY, FAILURE RATE, FAILURE NUMBER DISPERSION, AVERAGE MILEAGE IN THE INTERVAL, FAILURE WEIGHTED AVERAGE VALUE

Сведения об авторах:

И. Ф. Воронина

Телефон: +7 949 425-11-65

Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

Ф. М. Судак

Телефон: (+7 8564) 55-29-82

Эл. почта: fmsudak@mail.ru

Ф. В. Молозин

Телефон: (+7 8564) 55-29-60

Эл. почта: molozin88@mail.ru

Статья поступила 21.08.2024

© И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, Ф. В. Молозин, 2024

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

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

В. А. Пантюхов, М. М. Саиян

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

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

Рассмотрен вариант конструкции транспортной платформы повышенной проходимости. Сформулированы требования, предъявляемые к конструкции платформы, приведены основные технические параметры платформы в сравнении с параметрами платформы аналогичного назначения, но другой конструкции.

Ключевые слова: транспортная платформа повышенной проходимости, транспортировка грузов, эвакуация пострадавших

Введение

В современных условиях возникла устойчивая потребность в мультифункциональных беспилотных транспортных платформах повышенной проходимости. Это связано с тем, что нахождение оператора на платформе или поблизости от нее нецелесообразно или влечет за собой неоправданные риски. Платформа должна обладать достаточной грузоподъемностью и тяговым усилием, чтобы ее можно было применить для перевозки грузов и эвакуации пострадавших или для установки на ней оборудования. Она должна быть рассчитана на применение в любых погодных условиях на грунтовых дорогах и пересеченной местности, характеризующейся сложным, изменчивым рельефом и наличием растительности, которые препятствуют движению и создают различные преграды. Немаловажной характеристикой платформы является дальность автономного хода, так как расстояние между местом, где возможно зарядить аккумуляторные батареи, и местом применения платформы может быть довольно значительным. Управление платформой может осуществляться как по радиоканалу, так и системой с искусственным интеллектом.

Целью статьи является проведение сравнительного анализа технических характеристик и особенностей конструкций транспортных платформ повышенной проходимости.

Требования, предъявляемые к конструкции платформы

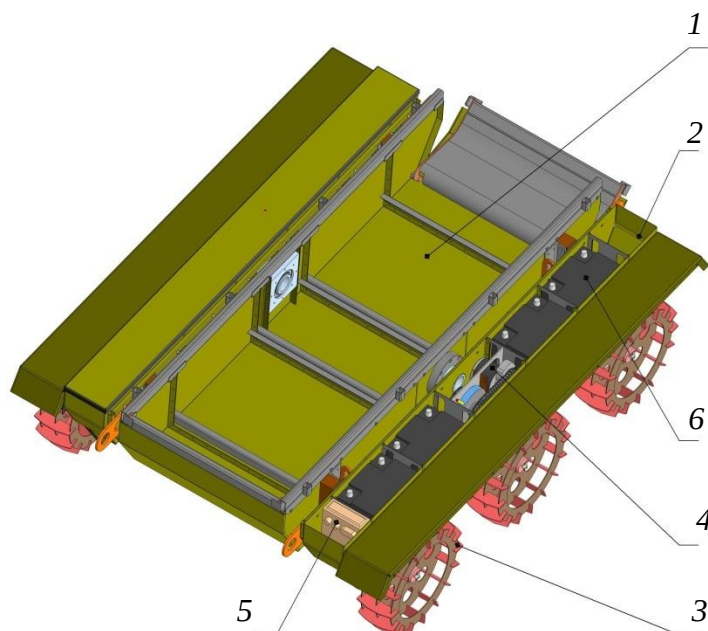
Исходя из назначения и условий применения платформы, принимая в расчет известные конструкции и технические характеристики публично представленных платформ, сформулированы требования, которые требуется конструктивно обеспечить:

- 1) мультифункциональность – возможность применения платформы для перевозки грузов, эвакуации пострадавших, установки оборудования;
- 2) автономность – основное управление по радиоканалу в зоне прямой видимости с возможностью ретрансляции сигнала через беспилотный летательный аппарат, с возможностью ручного управления;
- 3) максимальная грузоподъемность и тяговое усилие;
- 4) максимальная дальность автономного хода;
- 5) повышенная проходимость – способность движения по пересеченной местности, со сложным и изменчивым рельефом при любой погоде;
- 6) «живучесть» – способность продолжать движение после повреждений, вызванных внешними воздействиями, минимальное время на восстановление работоспособного состояния.

Описание конструкция платформы

Предложена конструкция платформы, которая состоит из кузова 1 и двух ходовых тележек 2. Ходовые тележки приводятся в движение колесами с грунтозацепами 3. Для менее

сложных условий применения, разработана модель с приводом на колеса с шинами. Крутящий момент двигателя [1, с. 21–22] передается на колеса посредством трансмиссии 4. Управление двигателями правой и левой ходовых тележек осуществляется контроллерами 5 [1, с. 31–32]. Напряжение на контроллеры подается от аккумуляторных батарей 6 [2]. Поворот тележек осуществляется за счет движения колес правой и левой тележек с разной скоростью.



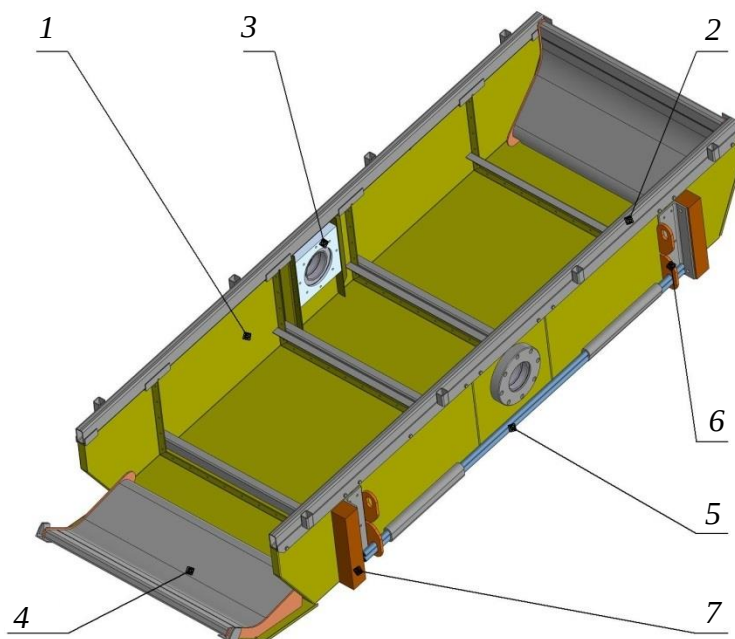
1 – кузов; 2 – ходовая тележка; 3 – колесо с грунтозацепами; 4 – трансмиссия;
5 – контроллер; 6 – аккумуляторная батарея;
крышка ходовой тележки условно не показана

Рисунок 1 – Общий вид платформы

Кузов, детально показанный на рисунке 2, состоит из соединенных между собой секций 1, жесткость которых обеспечена рамной конструкцией. Продольная жесткость кузова обеспечена элементом жесткости 2. В средней секции расположены два подшипниковых узла 3, служащие для установки ходовых тележек. На концевых секциях имеются откидные пандусы 4. При откинутых пандусах возможна транспортировка грузов длиной более двух метров, облегчаются работы по загрузке-выгрузке пострадавшего. На концевых секциях имеются зацепы, предназначенные для буксировки груза либо самой тележки при ее неисправности.

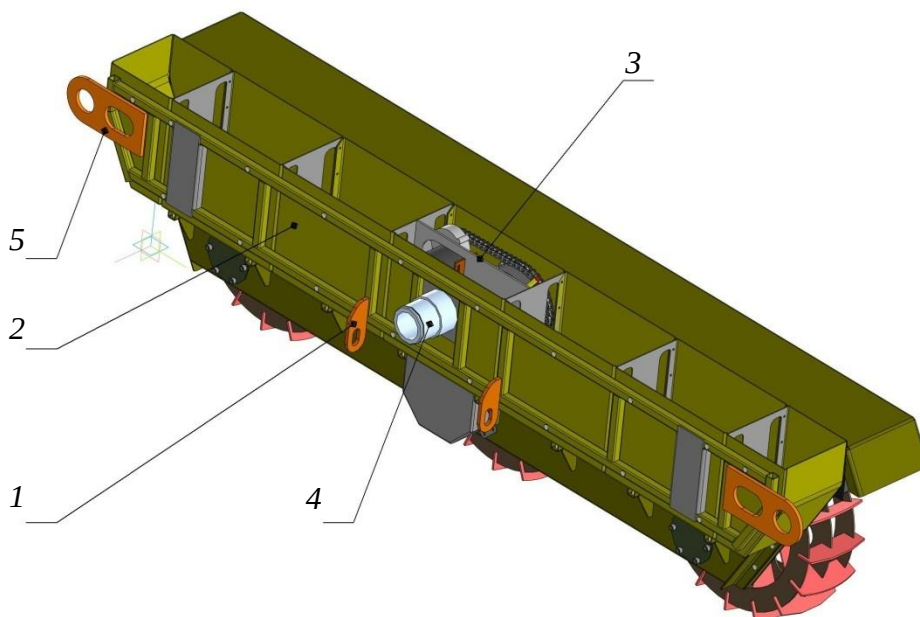
При движении платформы ходовые тележки совершают относительно кузова колебательные движения в вертикальной плоскости. Таким образом, правая и левая ходовые тележки могут находиться под различными углами смещения, относительно кузова, что позволяет двум колесам каждой тележки постоянно находиться в зацеплении с грунтом, на сложном рельефе местности. Амплитуда колебаний ходовой тележки ограничивается двумя рессорами 5. Концы рессоры закреплены в кронштейнах 6, расположенных на кузове, центральная часть рессоры закреплена в кронштейнах 1, (рисунок 3) на ходовой тележке. Гашение колебаний тележек относительно платформы в горизонтальной плоскости достигается установкой ограничителей 7 из антифрикционного материала. Ходовая тележка постоянно прижата к ограничителям и скользит по ним при вертикальном перемещении относительно кузова.

Ходовая тележка показана на рисунке 3. На шасси 2 крепятся элементы трансмиссии 3. Посредством стыковочной цапфы 4 ходовые тележки устанавливаются на кузов платформы. Спереди и сзади шасси имеются буксировочные кронштейны 5. Шасси левой и правой ходовой тележки идентичны.



1 – секция; 2 – элемент жесткости; 3 – подшипниковый узел; 4 – откидной пандус;
5 – рессоры; 6 – кронштейн рессоры; 7 – ограничитель;
покрытие пола кузова и опоры носилок условно не показаны

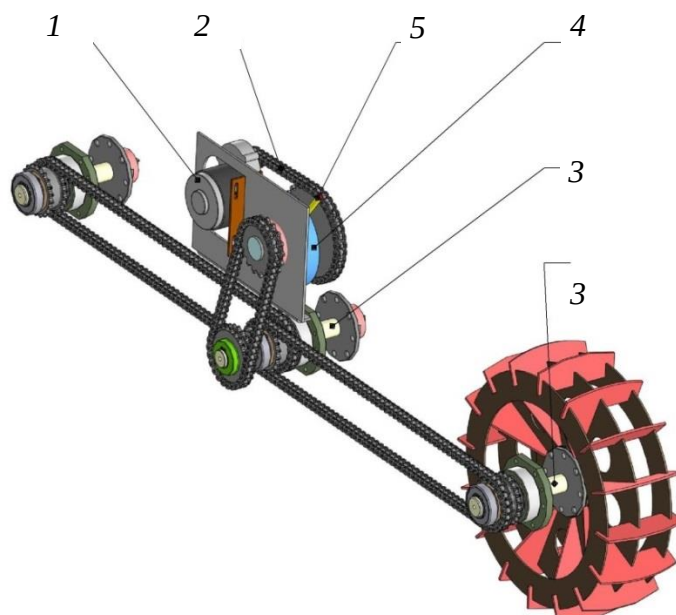
Рисунок 2 – Кузов платформы



1 – кронштейн рессоры; 2 – шасси; 3 – трансмиссия; 4 – стыковочная цапфа;
5 – буксировочный кронштейн

Рисунок 3 – Ходовая тележка

Трансмиссия ходовой тележки показана на рисунке 4. Крутящий момент двигателя 1, через планетарный редуктор равномерно передается на все три колеса, посредством системы цепных передач 2 и валов 3. Торможение осуществляется электромагнитным тормозом 4 обратного действия. Снятие действия тормоза при отключенной аккумуляторной батарее осуществляется рычагом растормаживания 5.



1 – двигатель; 2 – цепная передача; 3 – вал;
4 – электромагнитный тормоз; 5 – рычаг растормаживания

Рисунок 4 – Трансмиссия ходовой тележки

Технические параметры платформы

Сравнение параметров платформы с платформой аналогичного назначения ТХ-45СМ «Тоша» (рисунок 5) [3], приведено в таблице. Исполнения платформы ТС-250 отличаются типом ходовой части, в исполнении 1 использованы колеса – грунтозацепы, в исполнении 2 – колеса с пневматическими шинами.

Таблица – Технические параметры платформ

Технические параметры	Модель		
	ТС-250 исполнение 1	ТС-250 исполнение 2	ТХ-45СМ «Тоша»
Грузоподъемность, кг	250	250	1000
Тяговое усилие, кН	2,5	1,5	нет информации
Дальность автономного хода, км	от 20 до 30	от 30 до 60	от 20 до 180
Максимальная скорость, км/ч	12	20	70
Масса (с аккумуляторными батареями), кг	300	280	350
Количество и тип колес	6 (грунтозацепы)	6 (шины)	6 (шины)
Мощность двигателя, Вт	2 × 1500	2 × 1000	нет информации
Максимальная емкость аккумуляторных батарей, А·ч	2 × 60	2 × 40	нет информации
Номинальное напряжение, В	48	48	нет информации
Габаритные размеры, м	2,1 × 1,6 × 0,65	2,1 × 1,6 × 0,65	2,5 × 1,8 × 0,8



Рисунок 5 – Платформа TX-45CM «Тоша»

Конструкция платформы разработана с учетом требований безопасности [4], электрооборудование платформы выполнено с учетом требований [5].

Существенными отличиями модели ТС-250 от TX-45CM является способ крепления ходовой части к кузову платформы, компоновка тяговых двигателей (в TX-45CM двигатель индивидуальный на каждое колесо, в ТС-250 по одному двигателю на каждую ходовую тележку), погрузочная высота платформы.

Выводы

В результате анализа конструкций транспортных платформ повышенной проходимости установлено, что данная конструктивная схема имеет следующие преимущества перед аналогом:

- пострадавший при эвакуации находится на минимальном расстоянии от земли и защищен с боков ходовыми тележками платформы;
- двигатели и контроллер платформы допускают движение на пониженной скорости и крутящем моменте, при снижении напряжения на аккумуляторных батареях до 20 В, что повышает «живучесть» платформы. Такие условия могут возникнуть вследствие внутренних повреждений аккумуляторной батареи, не приводящих к обрыву цепи, вызванных внешними воздействиями или при отсутствии двух аккумуляторных батарей;
- при обрыве цепи колесо свободно вращается, а крутящий момент двигателя распределяется на два колеса ходовой тележки, что не приводит к существенному ухудшению ходовых возможностей платформы.

В настоящее время разработана «Программа и методика испытаний». Опытный образец планируется к изготовлению с последующим проведением стендовых и ходовых испытаний, с целью подтверждения заявленных технических параметров.

Список литературы

1. Brushless DC motor catalogue. – Текст : электронный // Changzhou Holry Electric Technology Co., ltd : [сайт]. – URL: <https://jirorwxhmkqolp5m.lidcdn.com/Bldc+motor+catalogue-aidliBplKmrkSRrjnnqimiq.pdf> (дата обращения 20.09.2024).
2. Каталог тяговых гелиевых аккумуляторов. – Текст : электронный // RuTrike : [сайт] – URL: https://rutrike.ru/catalog/komplekt_tyagovykh_akkumulyatorov_rutrike_6_evf_32_48v32a_h_c3.html (дата обращения 20.09.2024).
3. «Тоша» TX-45CM. Беспилотная вездеходная платформа. – Текст : электронный // Ground Drone : [сайт] – URL: <https://speedylife.ru/> (дата обращения 20.09.2024).
4. ТР ТС 010/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности машин и оборудования : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 года № 823 / разработан в соответствии с Соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации от 18 ноября 2010 года. – Текст: электронный. – URL: <https://>

standartno.by/upload/pdf/tr-tc-010-2011-o-bezopasnosti-mashin-i-oborudovania.pdf (дата обращения 20.09.2024).

5. ГОСТ Р ИСО 6469-1-2021. Транспорт дорожный на электрической тяге. Требования безопасности. Часть 1. Системы накопления энергии перезаряжаемые : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 октября 2021 г. № 1154-ст : взамен ГОСТ Р ИСО 6469-1-2016 : дата введения 2022-03-01 / подготовлен Ассоциацией «РУСБАТ». – Москва : Российский институт стандартизации, 2021– 23 с.

В. А. Пантюхов, М. М. Саиян

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

Анализ особенностей конструкции multifunctionальной транспортной платформы повышенной проходимости

Целью статьи является проведение сравнительного анализа технических характеристик и особенностей конструкций транспортных платформ повышенной проходимости.

Новизной предложенной конструкции, является способ крепления ходовых тележек на кузове платформы. Стыковочная цапфа ходовой тележки устанавливается в подшипниковый узел кузова. Эти два элемента обеспечивают подвижность ходовых тележек относительно кузова в вертикальной плоскости. Таким образом, два колеса тележки постоянно находятся в сцеплении с грунтом. В тележке расположены гелиевые свинцово-кислотные тяговые аккумуляторные батареи, приводной бесколлекторный электродвигатель постоянного тока, цепная трансмиссия, все колеса ведущие.

Амплитуда движений тележки относительно кузова ограничивается двумя рессорами. Концы рессор закреплены на кузове, центральная часть рессор закреплена на ходовой тележке. Гашение колебаний тележек относительно платформы в горизонтальной плоскости достигается установкой ограничителей. Тележка постоянно прижата к ограничителям и скользит по ним при вертикальном перемещении относительно кузова.

Разработанная платформа обладает высокой ремонтопригодностью, за счет применения минимального количества покупных комплектующих, а также возможностью модификаций за счет различного исполнения кузова, применительно к назначению платформы.

ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ, ТРАНСПОРТИРОВКА ГРУЗОВ, ЭВАКУАЦИЯ ПОСТРАДАВШИХ

V. A. Pantiukhov, M. M. Saiian

State Institution «Design and Engineering Technological Institute», Donetsk

Design Features Analysis of the Multifunctional Transport Platform with Cross-Country Capacity

The purpose of the article is to conduct a comparative analysis of the technical characteristics and design features of transport platforms with cross-country capacity.

The novelty of the proposed design is the method of fastening the undercarriages to the platform body. The coupling pin of the undercarriage is installed in the bearing unit of the body. These two elements ensure the mobility of the undercarriages relative to the body in the vertical plane. Thus, two wheels of the undercarriages are constantly in contact with the ground. The undercarriage contains helium lead-acid traction batteries, a brushless DC electric motor, a chain transmission, and all wheels are driving.

The range of motion of the undercarriage relative to the body is limited by two springs. The ends of the springs are fixed to the body, the central part of the springs is fixed to the undercarriage. The damping of the undercarriage oscillations relative to the platform in the horizontal plane is achieved by installing limiters. The undercarriage is constantly pressed against the limiters and slides along them during vertical movement relative to the body.

The developed platform has high maintainability, due to the use of a minimum number of purchased components, as well as the possibility of modifications due to the different design of the body, applicable to the purpose of the platform.

CROSS-COUNTRY CAPACITY TRANSFER PLATFORM, CARGO TRANSPORTATION, VICTIMS EVACUATION

Сведения об авторах:

В. А. Пантюхов

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

М. М. Саиян

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

Статья поступила 06.09.2024

©В. А. Пантюхов, М. М. Саиян, 2024

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

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

А. В. Чучина, В. А. Еремеевич

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

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА КОЛЕСНЫХ ПЛАТФОРМАХ

В данной работе рассмотрены преимущества применения мобильного оборудования дробления и сортировки отходов строительства и сноса в условиях городской застройки перед стационарным.

Ключевые слова: комплекс дробильно-сортировочный, дробилка, грохот, сортировка, конвейер, шасси, колесная и гусеничная платформы

Введение

Одной из наиболее актуальных проблем современного мира является образование огромного количества отходов строительства и сноса. Решением данной проблемы является их переработка на дробильно-сортировочных комплексах и повторное использование.

В предыдущие годы главными поставщиками дробильно-сортировочного оборудования на российском рынке были преимущественно иностранные компании [1]. Среди них крупные машиностроительные корпорации и концерны, такие как Metso, Sandvik, FLSmidth, ThyssenKrupp, Telsmith, Caterpillar, Komatsu, Hitachi, Liebherr, Terex, Doosan, Hyundai, XCMG, Sany, а также их аккредитованные представители.

Однако на сегодняшний день в связи с вводом санкций по политическим мотивам данные компании свернули свою деятельность на территории РФ в результате чего прекратились поставки оборудования и комплектующих к нему, а также работы, связанные с обслуживанием оборудования. Оставшееся оборудование нуждается в регулярном обслуживании и периодическом обновлении. Согласно исследованиям [2–4], если в ближайшие 3–4 года российские производители не наладят собственное производство оборудования и комплектующих для него, то 80–90 % оборудования будет производиться в Китае. Тем более, что тенденцией последнего времени становится повышенный интерес к мобильным дробильно-сортировочным комплексам, которые уже активно изготавливает Китай.

Цель исследования

Определить преимущества применения малогабаритных мобильных дробильно-сортировочных комплексов для переработки отходов строительства и сноса в условиях городской застройки перед стационарным оборудованием.

Основная часть

Дробильные комплексы, которые необходимо часто перемещать, в основном применяются для обработки карьерных и каменных материалов в следующих отраслях: металлургия, химическая промышленность, строительство, гидроэлектростанции и т. д.

На карьерах нерудных материалов зачастую применяется три основных типа дробильно-сортировочных установок по типу их конструктивных решений:

- стационарные, имеющие жесткую связь с землей в виде фундаментов;
- полустационарные, стоящие на одном месте, но не имеющие жесткой связи с землей, например, установленные на рамную конструкцию;
- мобильные (передвижные), установленные на гусеничном или колесном шасси.

С постоянным ростом отходов строительства и сноса, применение дробильно-сортировочных комплексов значительно расширилось [5]. Их все чаще применяют для пере-

работки строительных отходов (бетон, кирпич) с целью получения вторичного щебня, что регламентируется рядом нормативных документов [6–11]. Особенно актуальна переработка строительных отходов, образовавшихся в результате вооруженного конфликта на территории ДНР и других территорий РФ. С этой целью применяются мобильные дробильно-сортировочные комплексы, ведь это подвижный аналог стационарного оборудования для дробления материалов, размещенный на колесном либо гусеничном шасси, эффективность применения которых доказана мировым опытом.

Принцип работы различных мобильных комплексов одинаков. Сырье, требующее переработки, загружается в бункер, из которого попадает на питатель. Питатель обеспечивает транспортировку исходного сырья в дробилку, где оно проходит процесс измельчения. Измельченное сырье транспортируется к грохоту, где при прохождении через сита с ячейками разных размеров оно сортируется на различные фракции.

Мобильные (передвижные) дробильно-сортировочные комплексы как на колесном, так и на гусеничном шасси, имеют ряд преимуществ [12–14]:

- малое время ввода в эксплуатацию;
- отсутствует необходимость в разработке проекта размещения оборудования;
- мобильность;
- простая и быстрая транспортировка (включая транспортировку на значительные расстояния) и установка на объекте;
- независимость от электроснабжения.

В настоящее время область применения мобильных комплексов – небольшие и средние карьеры с быстрым перемещением фронта горных работ в плане и в глубину рабочей зоны. Для таких работ чаще используются не комплексы, а отдельное мобильное оборудование, устанавливаемое на гусеничное шасси. Например, мобильная дробилка (рисунок 1) представляет собой универсальную машину для дробления различных материалов и способна самостоятельно перемещаться вдоль линии работ, но при этом не сортирует готовую продукцию.



Рисунок 1 – Мобильная дробилка на гусеничном шасси

Для сортировки в таком случае применяются мобильные грохоты (рисунок 2) на гусеничном ходу, оснащенные системой конвейеров.



Рисунок 2 – Мобильный грохот на гусеничном шасси

Такое оборудование хорошо себя зарекомендовало для работы в карьерах, т. к. такая техника разрабатывалась для преодоления участков с низкой несущей способностью грунта. Благодаря гусеничному шасси машина дает сниженное давление на грунт, что, в свою очередь, позволяет ей перемещаться по песку и полному бездорожью. Дробильное и сортировочное оборудование на гусеницах имеет свои плюсы, которые сопряжены и с рядом недостатков.

Во-первых, большой вес – гусеничные модели обычно значительно тяжелее колесных, что может привести к ограничениям в перевозке и использовании в определенных условиях. Во-вторых, высокая стоимость эксплуатации – требуют больших затрат на обслуживание и ремонт из-за их особенностей конструкции. В-третьих, сложность ремонта ходовой части – повреждение гусеницы или других элементов ходовой части может быть сложным и дорогим в восстановлении, требует специализированного оборудования и специалистов для проведения ремонтных работ. В-четвертых, большой расход топлива при движении.

Колесная платформа является эффективным и универсальным решением для размещения дробильно-сортировочного оборудования на различных объектах, будь то строительные площадки, карьеры или участки для добычи полезных ископаемых.

Концепция колесного мобильного дробильно-сортировочного комплекса разработана на основе многолетнего независимого исследования и накопленного опыта производителями дробильно-сортировочного оборудования. Причем концепция продолжает совершенствоваться с учетом развития технологий. В сочетании с требованиями пользователей, мобильные станции колесного типа оптимизированы новыми решениями в части:

- конструкции;
- конфигурации оборудования;
- комбинированного применения.

Это позволяет реализовать более гибкие комбинации пользования, значительно расширяя области применения машины, и эффективно выполнять обработку материалов.

Современные мобильные дробилки полностью покрывают различные производственные потребности в грубом, промежуточном и мелком дроблении, а также в формировании и разделении на фракции. По сравнению со стационарными дробилками и грохотами, мобильные станции способны решать больше задач (охват целей зависит от комплектации).

Колесная платформа обладает рядом преимуществ, делающих ее предпочтительным выбором при размещении дробильно-сортировочного оборудования, особенно для переработки отходов строительства и сноса в условиях городской застройки. Во-первых, она обеспечивает простоту в транспортировке оборудования с места на место благодаря мобильной конструкции с колесами. Это позволяет быстро переносить оборудование по дорогам общего

пользования без применения тралов, сокращая время на подготовку к работе. Колесные платформы обладают большей маневренностью, чем гусеничные, особенно на твердых поверхностях, таких как асфальт или бетон. Во-вторых, колесные платформы способны двигаться быстрее, чем гусеничные, что позволяет сократить время переезда между объектами.

Еще одним преимуществом колесной платформы является возможность быстрой установки и демонтажа оборудования. Благодаря простой конструкции и возможности передвижения, настройка оборудования занимает минимум времени, что особенно важно при работе на различных объектах с ограниченными сроками выполнения задач.

Дробильно-сортировочное оборудование, размещенное на колесной платформе, позволяет перемещать его вдоль объекта и выбирать оптимальное местоположение в соответствии с задачами производства. Это особенно важно при работе на больших территориях, где необходимо обеспечить максимальную эффективность процесса дробления и сортировки материалов.

На одном шасси можно установить до трех агрегатов и создать полноценный дробильно-сортировочный комплекс (рисунок 3).



Рисунок 3 – Дробильно-сортировочный комплекс на колесном шасси

Если нужно использовать больше трех компонентов, линия создается на 2–3 шасси. При этом мобильные установки на колесном шасси более гибкие в размещении и могут работать в разных локациях. Достаточно привезти машину на объект и запустить ее в работу. В отличие от аналогов на гусеничном ходу, моделям с колесами не требуется трал, они всегда готовы к транспортировке грузовым тягачом.

Также преимуществом дробильно-сортировочных комплексов на колесном шасси является их экономичность. Гусеничная техника имеет большое количество составляющих деталей и узлов. Наличие дополнительных элементов в конструкции гусеничного хода является причиной дополнительных затрат труда и денежных средств на очистку, обслуживание и ремонт. Замена подвижных элементов гусениц вследствие их износа также обойдется в разы дороже замены изношенных шин колесной платформы. В этой связи, по критерию затрат на приобретение, ремонт и техническое обслуживание, колесная платформа имеет определенные преимущества.

Колесные платформы не портят дорожное покрытие (асфальт, тротуарную плитку). В результате же воздействия на дорожное покрытие гусеничной техники асфальт деформируется, на нем появляются трещины, выбоины и колеи.

Немаловажным является тот факт, что для организации работ по применению мобильных дробильно-сортировочных комплексов по сравнению со стационарными не требуется оформление ряда разрешительных документов.

Все мобильные (передвижные) дробильно-сортировочные комплексы не являются

объектами капитального строительства, а значит не требуется подготовка проектной документации на их строительство.

Для законности применения мобильного дробильно-сортировочного комплекса необходимо указать сведения о нем в техническом проекте в соответствии с Приказом Минприроды России от 25.06. 2010 г. № 218 [15].

Мобильный (передвижной) дробильно-сортировочный комплекс, устанавливаемый непосредственно в забое и перемещаемый за фронтом горных работ в карьере, либо устанавливаемый на строительной площадке, не является опасным производственным объектом, так как такой комплекс не может быть идентифицирован как отдельная площадка (участок, цех) в границах отдельного земельного отвода. Мобильный (передвижной) дробильно-сортировочный комплекс не является опасным производственным объектом, однако он относится к техническим устройствам, которые могут применяться на опасных производственных объектах.

Перспективы развития

Несмотря на широкий ассортимент дробильно-сортировочного оборудования по всему миру, развитие направления по созданию отечественных комплексов в нашем регионе имеет ряд перспектив:

- развитие предприятий по производству нерудных материалов. В настоящее время потребность в нерудных строительных материалах намного превышает их выпуск;
- разработка новых типов дробилок и сортировочного оборудования и, как следствие, снижение количества используемого импортного оборудования и комплектующих;
- улучшение экологических показателей. Достигается за счет рециклинга бетона и железобетона, что позволит решить сложную проблему утилизации строительного мусора от разрушенных зданий и сооружений;
- развитие мобильных дробильно-сортировочных комплексов на колесном ходу, увеличение мобильности и возможности работы в городской застройке.

Заключение

Использование колесной платформы для размещения дробильно-сортировочного оборудования представляет собой отличное решение для обеспечения мобильности, быстрой установки и гибкости в размещении оборудования. Эти особенности делают колесную платформу незаменимым инструментом на строительных площадках, карьерах и других объектах, где необходимо эффективно проводить работы по дроблению и сортировке материалов. В итоге, использование колесной платформы способствует увеличению производительности и оптимизации процессов производства в городской застройке.

Дробильно-сортировочные комплексы на колесном шасси играют важную роль в современных строительных и горнодобывающих операциях. Мобильность, производительность и универсальность делают их незаменимым инструментом для обработки различных материалов. С развитием технологий и автоматизации дробильно-сортировочные комплексы продолжают совершенствоваться, предлагая более эффективные и экологичные решения для различных отраслей промышленности.

Список литературы

1. Семенов, А. А. Состояние российского рынка мобильных и передвижных дробильно-сортировочных установок / А. А. Семенов. – Текст : электронный // Строительные материалы. – 2012. – № 9. – С. 46–48. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-rossiyskogo-rynka-mobilnyh-i-peredvizhnyh-drobilno-sortirovochnyh-ustanovok/viewer> (дата обращения: 01.07.2024).
2. Рынок дробильно-сортировочного оборудования в новой реальности: риски и возможности. – Текст : электронный // Прогресс-Урал инжиниринг : [сайт]. – 2022. – 23 авг. – URL: <https://dprom.online/unsolution/rinok>

dso-reeskee-ee-vozmozhnostee/ .

3. 2023: Обзор рынка дробильного оборудования (с товарными группами) в России – невероятные тренды. – Текст : электронный // SBlogs : [сайт]. – 2023. – 21 июня. – URL: <https://www.sostav.ru/blogs/32702/38715> .
4. Рынок дробильного оборудования в России (с видами), анализ развития: исследование и прогноз до 2030 г. – Текст : электронный // Roif Expert: исследование рынков : [сайт]. – 2024. – окт. – URL: <https://roif-expert.ru/mashinostroenie/stroitel-naya-tehnika-i-oborudovanie/rynok-oborudovaniya-drobil-nogo/rynok-drobil-nogo-oborudovaniya-v-rossii-obzor-i-prognoz.html> .
5. Чучина, А. В. Концептуальный подход к решению проблемы утилизации отходов строительства и сноса / А. В. Чучина // Проблемы техносферной и экологической безопасности в промышленности, строительстве и городском хозяйстве : сборник материалов II Международной научной конференции, 15 февраля 2024 г. – Макеевка : ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2024. – С. 256–258.
6. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления : Федеральный закон № 89-ФЗ (ред. от 04.08.2023) : [принят Государственной Думой 22 мая 1998 года : одобрен Советом Федерации 10 июня 1998 года]. – Текст : электронный // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации : [сайт]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/FZ-ob-othodah-proizvodstva-i-potreblenija/> (дата обращения: 01.09.2024).
7. ГОСТ 30773-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета РФ по стандартизации и метрологии от 28 декабря 2001 г. № 607-ст : введен впервые : дата введения 2002–07–01 / разработан ВНИЦСМВ. – Москва : Издательство стандартов, 2001. – 12 с.
8. ГОСТ Р 57678-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2017 г. №1163-ст : введен впервые : дата введения 2018–05–01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации материалов и метрологии. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 20 с.
9. ГОСТ Р 70103-2022. Отходы строительных материалов, образующиеся при сносе зданий. Требования к сортируемым отходам и их дроблению : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 мая 2022 г. № 324-ст : введен впервые : дата введения 2023–02–01 / разработан ООО «ПСМ-Стандарт». – Москва : Российский институт стандартизации, 2022. – 6 с.
10. ГОСТ Р 70101-2022. Отходы строительных материалов, образующиеся при сносе зданий. Правила подготовки к дроблению : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 мая 2022 г. № 322-ст : введен впервые : дата введения 2023–02–01 / разработан ООО «ПСМ-Стандарт». – Москва : Российский институт стандартизации, 2022. – 4 с.
11. ГОСТ Р 70102-2022. Отходы строительных материалов, образующиеся при сносе зданий. Классификация : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 мая 2022 г. № 323-ст : введен впервые : дата введения 2023–02–01 / разработан ООО «ПСМ-Стандарт». – Москва : Российский институт стандартизации, 2022. – 6 с.
12. Головченко, М. В. Анализ передвижных дробильно-сортировочных установок, применяемых на карьерах нерудных материалов / М. В. Головченко. – Текст : электронный // Киберленинка : [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-peredvizhnyh-drobilno-sortiro-vochnyh-ustanovok-primenyaemyh-na-karierah-nerudnyh-stroitelnyh-materialov> .
13. Чиркин, А. А. Оптимизация параметров площадок для размещения передвижных дробильно-перегрузочных установок / А. А. Чиркин, В. Д. Кантемиров. – Текст : электронный // Киберленинка : [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-parametrov-ploschadok-dlya-razmescheniya-peredvizhnyh-drobilno-peregruzochnyh-ustanovok/viewer> .
14. Майоров, С. А. Достоинства и недостатки мобильных дробилок / С. А. Майоров, Ю. А. Лагунова // Горное оборудование и электромеханика. – 2019. – № 3. – С.18–26.
15. Российская Федерация. Законы. Об утверждении требований к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ликвидацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья : Приказ Минприроды РФ от 25 июня 2010 года № 218 : зарегистрировано в Минюсте России 10 августа 2010 года № 18104. – Текст : электронный // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты РФ : [сайт]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minprirody-rf-ot-25062010-n-218/> .

А. В. Чучина, В. А. Еремеевич
ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Преимущества использования мобильных дробильно-сортировочных
комплексов на колесных платформах

В статье проведен сравнительный анализ дробильно-сортировочного оборудования на гусеничном и колесном шасси, а также определены преимущества и особенности использования колесной платформы для размещения дробильно-сортировочного оборудования.

Дробильно-сортировочные комплексы на колесном шасси стали неотъемлемой частью современных строительных и горнодобывающих операций. Их мобильность, производительность и универсальность позволяют эффективно обрабатывать различные материалы, от горных пород до строительных отходов, непосредственно на месте.

Современные тенденции в модернизации мобильного дробильно-сортировочного оборудования основаны на внедрении систем автоматического управления для оптимизации работы оборудования; разработке более экологических систем пылеподавления и шумоизоляции; использовании новых материалов и технологий для повышения эффективности и надежности оборудования.

С развитием технологий и автоматизации дробильно-сортировочные комплексы продолжают совершенствоваться, предлагая более эффективные и экологичные решения для различных отраслей промышленности.

КОМПЛЕКС ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫЙ, ДРОБИЛКА, ГРОХОТ, СОРТИРОВКА, КОНВЕЙЕР, ШАССИ, КОЛЕСНАЯ И ГУСЕНИЧНАЯ ПЛАТФОРМЫ

A. V. Chuchina, V. A. Eremeevich
State Institution «Design Technological Institute», Donetsk
Advantages of Mobile Crushing-and-Sorting Complexes on Wheeled Platforms

The article provides a comparative analysis of crushing-and-sorting equipment on the tracked and wheeled chassis. It also identifies the advantages and features of the wheeled platform for crushing-and-sorting equipment.

Crushing-and-sorting complexes on wheeled chassis have become an integral part of the modern construction and mining operations. Their mobility, productivity and versatility allow them to efficiently process a variety of materials, from rocks to construction waste, directly on site.

Modern trends in the modernization of the mobile crushing-and-sorting equipment are based on the introduction of automatic control systems to optimize equipment operation; the development of more environmentally friendly dust suppression and noise insulation systems; the use of new materials and technologies to improve the efficiency and reliability of equipment.

With the development of technology and automation, crushing-and-sorting complexes are improved, offering more efficient and environmentally friendly solutions for various industries.

CRUSHING AND SORTING COMPLEX, CRUSHER, RIDDLE, SORTING, CONVEYOR, CHASSIS, WHEELED AND TRACKED PLATFORMS

Сведения об авторах:

А. В. Чучина

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

В. А. Еремеевич

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

Статья поступила 13.08.2024

© А. В. Чучина, В. А. Еремеевич, 2024

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

УДК 656.072

Н. А. Селезнева, канд. экон. наук, Р. В. Негурица**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка****ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ГОРОДСКИМИ АВТОБУСНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ**

Определена структура показателей эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах на примере города Горловки. Рассчитан критерий эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах, учитывающий безопасность окружающей среды, организационно-технические мероприятия, затраты на перевозки, а также уровень качества предоставляемых потребителю транспортных услуг. Предложены мероприятия по повышению качества транспортного обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах.

Ключевые слова: управление перевозками, качество транспортного обслуживания, управление эффективное, городские перевозки

Введение

Транспортная отрасль – это сложная система, выполняющая функцию обеспечения социально-экономической стабильности Республики и обеспечения безопасности и комфорта ее жителей. В каждом развитом городе мира основу системы пассажирского транспорта составляет автомобильный транспорт, который играет важную роль и служит основополагающим фактором обеспечения социально-экономической стабильности и развития всей городской территории и мобильности населения. За последние годы в секторе пассажирского автобусного транспорта произошли изменения как в системе управления пассажирскими перевозками, так и в технологии предоставления транспортных услуг. Определены основные принципы деятельности при осуществлении пассажирских перевозок в новой ситуации.

Первостепенной задачей является разработка рекомендаций по обеспечению эффективности управления городскими автобусными перевозками с учетом удовлетворения потребностей населения в транспортных услугах в соответствии со стандартами качества.

Анализ исследований и публикаций

Проблемам управления пассажирским транспортом на городских автобусных маршрутах всегда уделялось большое внимание. Большой вклад в создание и развитие методов управления пассажирским транспортом внесли Л. Л. Афанасьев, А. В. Вельможин, Е. П. Володин, П. П. Володькин, В. А. Гудков, С. В. Жанказиев, В. В. Зырянов, В. А. Корчагин, О. Н. Ларин, Л. Б. Миротин, И. В. Спирин, С. А. Ширяев и другие авторы [1–4].

Однако, несмотря на значительное количество исследований по указанной проблематике, существующие методики определения эффективности управления пассажирским транспортом являются неполными. Сложность заключается в отсутствии единообразия в определении критерия эффективности управления пассажирским транспортом на городских автобусных маршрутах.

Целью статьи является определение показателей критерия эффективного управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах.

Основные результаты исследования

На основании подхода к определению эффективности управления на пассажирском транспорте, предложенного автором А. В. Вельможинным [2], рассмотрим критерий эффек-

тивности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах. Структура показателей критерия эффективности управления пассажирскими перевозками представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура показателей эффективности управления пассажирскими перевозками [2]

Используя метод попарных сравнений, произведем выбор показателей эффективности управления пассажирскими перевозками. Это необходимо сделать для того, чтобы определить значимость каждого из показателей [2].

Применение метода попарных сравнений даст возможность произвести учет степени влияния каждого из показателей критерия эффективности управления на его итоговое значение и определить числовые оценки варианта эффективности управления.

Первым этапом метода попарного сравнения является определение структуры проблем выбора в виде иерархии или дерева критериев. Общий вид иерархии (дерево критериев и альтернатив) эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах представлен на рисунке 2.

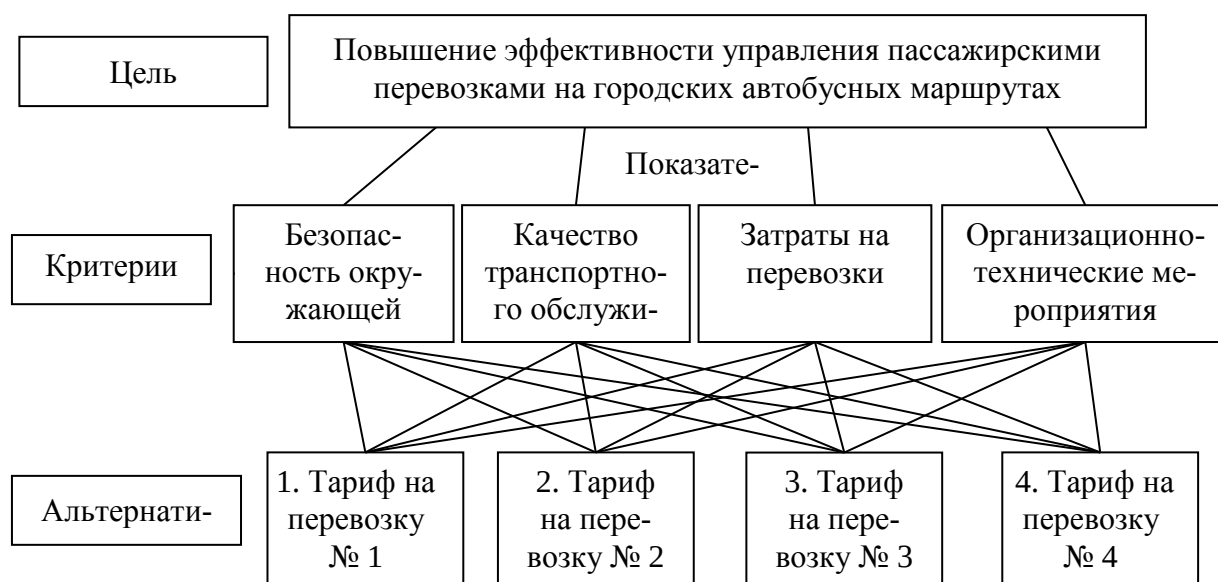


Рисунок 2 – Дерево критериев и альтернатив эффективности управления пассажирскими перевозками (разработано авторами)

Основной целью построения дерева критериев и альтернатив является выделение показателей критерия эффективности управления и его альтернатив. Согласно рисунку 2 выделены следующие показатели критерия эффективности управления пассажирскими перевоз-

ками: безопасность окружающей среды; качество транспортного обслуживания; затраты на перевозки; организационно-технические мероприятия. Среди основных альтернатив выделены: тариф на перевозку № 1, тариф на перевозку № 2, тариф на перевозку № 3, тариф на перевозку № 4.

Произведем расчет предложенных авторами [1] показателей критерия эффективности управления пассажирскими перевозками и самого критерия на примере города Горловки.

Структура парка подвижного состава, который эксплуатируется на городских автобусных маршрутах, согласно данным Администрации города Горловки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура парка подвижного состава на городских автобусных маршрутах в городе Горловке

Длина автобуса ($L_{авт}$), м	Тип ДВС*	Структура подвижного состава, %
Особо малый $L < 5$	Б**	10
	Д***	–
Малый $6 < L < 7,5$	Б	38
Средний $8 < L < 9,5$	Б	–
	Д	49
Большой $10,5 < L < 12$	Б	–
	Д	2
Итого:		100

Примечания:

*Тип ДВС – двигатель внутреннего сгорания;

**Б – бензиновый двигатель;

***Д – дизельный двигатель.

Чтобы определить критерий, учитывающий безопасность окружающей среды (K_1), необходимо рассчитать суммарный годовой пробег по территории города городских автобусов ($L_{гг}$) и значение массового выброса вредных веществ городскими автобусами при осуществлении пассажирских перевозок, которое должно стремиться к минимуму.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов выбросов вредных веществ при существующей структуре парка подвижного состава на городских автобусных маршрутах

Длина автобуса L , м	Тип ДВС	Средне-суточный пробег, км	Суммарный годовой пробег, тыс. км	Массовый выброс вредных веществ, тыс. т				
				CO	CH	NO ₂	C	SO ₂
Особо малый $L < 5$	Б	60	399	4262	835	746	–	47
	Д	–	–	–	–	–	–	–
Малый $6 < L < 7,5$	Б	105	2673	93148	6565	10175	–	636
Средний $8 < L < 9,5$	Б	149	4903	262166	17713	30296	–	1621
	Д	–	–	–	–	–	–	–
Большой $10,5 < L < 12$	Б	34	45	3681	249	290	0	19
	Д	58	39	172	54	330	25	63
Итого:		404	8058	363430	25416	41837	25	2387

Таким образом, массовый выброс основных вредных веществ автобусами при осуществ-

лении пассажирских перевозок на городских автобусных маршрутах города Горловки равен CO – 363 430 тыс. т; CH – 25 416 тыс. т; NO₂ – 41 837 тыс. т; C – 25 тыс. т; SO₂ – 2 387 тыс. т.

Рассчитаем массовый выброс основных вредных веществ городскими автобусами при осуществлении пассажирских перевозок при изменении структуры парка подвижного состава на городских автобусных маршрутах (таблица 3).

Таблица 3 – Измененная структура парка подвижного состава

Длина автобуса ($L_{авт}$), м	Тип ДВС	Структура подвижного состава, %
Особо малый $L < 5$	Б	5
	Д	5
Малый $6 < L < 7,5$	Б	38
Средний $8 < L < 9,5$	Б	25
	Д	24
Большой $10,5 < L < 12$	Б	2
	Д	1
Итого:		100

Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов выбросов вредных веществ при изменении структуры парка подвижного состава на городских автобусных маршрутах

Длина автобуса L , м	Тип ДВС	Средне- суточный пробег, км	Суммарный годовой пробег, тыс. км	Массовый выброс вредных веществ, тыс. т				
				CO	CH	NO ₂	C	SO ₂
Особо малый $L < 5$	Б	30	100	1066	209	187	–	12
	Д	30	100	162	34	160	–	9
Малый $6 < L < 7,5$	Б	105	2673	93148	6565	10175	–	636
Средний $8 < L < 9,5$	Б	75	1251	66879	4519	7729	–	414
	Д	75	1201	4877	1454	9249	–	1429
Большой $10,5 < L < 12$	Б	33	45	3681	249	290	0	19
	Д	58	39	172	54	330	25	63
Итого:		404	5407	169984	13084	28119	25	2582

Таким образом, массовый выброс основных вредных веществ городскими автобусами при осуществлении пассажирских перевозок при изменении структуры парка подвижного состава равен CO – 169 984 тыс. т; CH – 13 084 тыс. т; NO₂ – 28 119 тыс. т; C – 25 тыс. т; SO₂ – 2582 тыс. т.

Учитывая все вышеизложенные расчеты, можно сделать вывод, что массовый выброс вредных веществ городскими автобусами зависит от класса автобуса и типа эксплуатируемого двигателя. Анализ данных показал, что при изменении структуры парка подвижного состава в городе Горловке в 2 раза уменьшаются значения выбросов вредных веществ, таких как CO, CH и NO₂.

Для определения показателя, который учитывает организационно-технические мероприятия эффективности управления пассажирскими перевозками, произведем расчет плотности городской маршрутной сети города Горловки по формуле (9) [1]:

$$\delta = \frac{568,4}{422} = 1,4 \frac{\text{км}}{\text{км}^2}.$$

Согласно [5], плотность маршрутной сети в средних городах должна находиться в

пределах от 2–2,5 км/км². Это обеспечит наименьшее расстояние подхода населения к остановочным пунктам. После расчета плотности городской маршрутной сети города Горловки можно сделать вывод, что маршрутная сеть города давно сформирована и для ее изменения необходимы колоссальные капиталовложения.

На городских автобусных маршрутах города Горловки в основном эксплуатируется следующий тип подвижного состава: ГАЗ-3221-14, ПАЗ-32054 (ПАЗ-4234) и ЛАЗ-695НГ.

Согласно нормативным значениям [6–8], примем исходные данные, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для определения затрат на перевозки

№ п/п	Марка автобуса	ПАЗ-4234	ЛАЗ 695 НГ	ГАЗ-3221
1.	Номинальная вместимость автобуса, пасс.	40	67	13
2.	Тип топлива	Газ	Газ	Газ
3.	Вместимость автобуса, пасс.	30	41	9
4.	Коэффициент использования пробега	0,95	0,95	0,95
5.	Коэффициент использования вместимости	0,75	0,61	0,69
6.	Коэффициент использования парка автобусов	0,80	0,80	0,80
7.	Эксплуатационная скорость автобуса, км/ч	20,00	20,00	20,00
8.	Время в наряде, ч	11,50	11,50	11,50
9.	Цена топлива, руб.	35,00	35,00	35,00
10.	Базовая норма расхода топлива, л/100 км	34,00	28,10	18,80
11.	Пробег автобуса за сутки, км	105,00	149,00	59,00
12.	Норма расхода моторного масла на 100 л топлива, л/100 л	2,20	2,00	2,40
13.	Норма расхода трансмиссионных и гидравлических масел на 100 л топлива, л/100 л	0,30	0,30	0,30
14.	Норма расхода специального масла на 100 л топлива, л/100 л	0,10	0,10	0,10
15.	Норма расхода пластичных (консистентных) масел на 100 л топлива, кг/100 л	0,25	0,20	0,20
16.	Норма амортизационных отчислений от цены автобуса, %	–	–	14,30
17.	Норма амортизационных отчислений от цены автобуса на 1000 км пробега, %	–	0,17	–
18.	Норма затрат на ЕО, руб.	4,86	5,40	2,62
19.	Норма затрат на ТО-1, руб.	2,60	2,80	1,31
20.	Норма затрат на ТО-2, руб.	2,12	2,75	1,27
21.	Норма затрат на ТР, руб.	15,8	19,96	10,17
22.	Периодичности технического обслуживания подвижного состава ТО-1	2600	2600	2600
23.	Периодичности технического обслуживания подвижного состава ТО-2	13000	13000	13000

Произведем расчет отдельных элементов затрат.

Определим затраты на топливо согласно действующему законодательству ДНР [7]. Базовый расход автомобильного топлива для каждого типа автобусов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчетов базового расхода автомобильного топлива автобусами

№ п/п	Марка автобуса	Ед. изм.	ПА3-4234	ЛА3 695 НГ	ГА3-3221
1.	Годовой пробег автобусов	км	83950,00	83950	83950
2.	Автомобиле-часы работы автобусов за год	ч	4197,50	4197,50	4197,50
3.	Годовая выработка автобусов	пасс. км	2312822,50	3269852,50	717772,50
4.	Нормированный расход топлива для автобусов	л	37,49	43,96	10,78
5.	Годовая сумма амортизации	руб.	800,80	500,72	30602,00
6.	Транспортный налог	руб.	228,00	299,00	174,00
7.	Количество ЕО	ед.	800	563	1423
8.	Количество ТО-1	ед.	26	26	26
9.	Количество ТО-2	ед.	6	6	6

Для автобусов, которые эксплуатируются более 8 лет или с общим пробегом свыше 150 тыс. км, коэффициент корректировки нормы расхода топлива будет равен 5 %.

Результаты расчетов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Калькуляция себестоимости перевозок по статьям затрат

№ п/п	Марка автобуса	Ед. изм.	ПА3-4234	ЛА3 695 НГ	ГА3-3221
1.	Затраты на топливо	руб.	760,73	1011,14	267,87
2.	Затраты на топливо на 1 км пробега	руб/км	7,25	6,79	4,54
3.	Затраты на смазочные материалы	руб.	37,16	45,72	13,70
4.	Затраты на смазочные материалы на 1 км пробега	руб/км	0,35	0,31	0,23
5.	Затраты на ЕО, ТО и ТР	руб.	5229,95	4808,21	4623,76
6.	Затраты на ЕО, ТО и ТР на 1 км пробега	руб/км	0,06	0,06	0,06
7.	Затраты на автошины	руб.	17777,65	44773,33	25185,00
8.	Затраты на автошины на 1 км пробега	руб/км	0,21	0,53	0,30
9.	Амортизационные отчисления на 1 км пробега	руб/км	0,85	0,50	1,54
10.	Затраты на оплату труда водителей на 1 км пробега	руб/км	1,00	1,00	1,00
11.	Себестоимость перевозок пассажиров	руб/км	9,73	9,18	7,66
12.	Рентабельность	%	3	9	25

Затраты на смазочные материалы. Индивидуальные эксплуатационные нормы расхода масел в литрах (смазок в кг) на 100 л общего расхода топлива приставлены в таблице 5.

Затраты на техническое обслуживание и ремонт. Значения периодичности ТО-1 и ТО-2 [8] автобусов представлены в таблице 5.

Затраты на восстановление износа и ремонт шин. Среднестатистический пробег шин автобусов принимаем согласно нормам эксплуатационного пробега автомобильных шин [8].

Амортизация автобусов. Учитывая, что подвижной состав, который эксплуатируется в городе Горловке, произведен до 1 января 2002 года, амортизационные отчисления на восстановление подвижного состава определим в соответствии с [6–8]. Нормы амортизационных отчислений на восстановление подвижного состава ЛАЗ 695НГ представлены в таблице 5.

Средняя заработная плата водителя автобуса принимается согласно данным частных предпринимателей, осуществляющих обслуживание пассажиров на городских автобусных маршрутах города Горловки.

Транспортный налог для выбранного подвижного состава определен согласно действующим нормативно-правовым актам (таблица 6).

Полученное значение себестоимости перевозок пассажиров на городских автобусных маршрутах представлено в таблице 7.

Структура себестоимости перевозки пассажиров на городских автобусных маршрутах представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Структура себестоимости перевозки пассажиров на городских автобусных маршрутах по отдельной марке подвижного состава

№ п/п	Марка автобуса	ПАЗ-4234	Доля затрат, %	ЛАЗ 695 НГ	Доля затрат, %	ГАЗ-32212	Доля затрат, %
1.	Затраты на топливо на 1 км пробега, руб.	7,25	76,36	6,79	75,29	4,83	62,30
2.	Затраты на смазочные материалы на 1 км пробега, руб.	0,12	1,23	0,13	1,50	0,03	0,39
3.	Затраты на ЕО, ТО и ТР на 1 км пробега, руб.	0,06	0,66	0,06	0,64	0,06	0,71
4.	Затраты на автошины на 1 км пробега, руб.	0,21	2,23	0,53	5,92	0,30	3,87
5.	Амортизационные отчисления на 1 км пробега, руб.	0,85	8,97	0,50	5,56	1,54	19,82
6.	Затраты на оплату труда водителей на 1 км пробега, руб.	1,00	10,55	1,00	11,10	1,00	12,91
7.	Себестоимость перевозок пассажиров, руб/пасс. км	9,49	100,00	9,01	100,00	7,75	100,00

Следует учесть, что снижение тарифа на услуги по перевозке пассажиров будет способствовать увеличению объема перевозок и улучшит благосостояние населения города Горловки.

Проанализируем выбранные показатели критерия эффективности (таблица 9).

Проведя анализ данных, представленных в таблице 9, можно сделать вывод, что для таких показателей, как безопасность окружающей среды; организационно-технические мероприятия; затраты на перевозки характерными являются их неизменные значения при организации перевозок пассажиров. Показатель «качество транспортного обслуживания» при различных условиях организации перевозок пассажиров изменяется в пределах от 0 до 1.

Теперь перейдем ко второму этапу метода попарных сравнений. Построим матрицу попарных сравнений для показателей критерия эффективности, т. е. со второго уровня иерархии (на первом уровне наша цель – выбор показателей, на третьем – альтернативы). Для этого строим матрицу размерностью 4×4 (по числу показателей) и подпишем строки и столбцы наименованиями сравниваемых показателей.

Таблица 9 – Числовая оценка выбранных показателей критерия эффективности управления

Наименование показателя критерия эффективности управления пассажирскими перевозками	1. Тариф на перевозку № 1	2. Тариф на перевозку № 2	3. Тариф на перевозку № 3	4. Тариф на перевозку № 4
Безопасность окружающей среды (массовый выброс ВВ, тыс. т) – K_1	СО – 169984 тыс. т; СН – 13084 тыс. т; NO ₂ – 28119 тыс. т; С – 25 тыс. т; SO ₂ – 2582 тыс. т			
Организационно-техническая составляющая (плотность маршрутной сети, км/км ²) – K_2	1,4			
Себестоимость услуг по перевозке пассажиров, руб. – K_3	8,86			
Качество транспортного обслуживания – K_4	Более 0,9 (более 90 %) – высокий уровень	0,9–0,7 (от 90 % до 70 %) – хороший уровень	0,7–0,5 (от 70 % до 50 %) – средний уро- вень	Менее 0,5 (ниже 50 %) – низкий уровень

После построения иерархического дерева критериев и альтернатив, определим какая из альтернатив более значима или вероятна. Интенсивность проявления элемента иерархии i относительно элемента j , оцениваемая по шкале от 1 до 9, называется элементом матрицы $a(i, j)$. Шкалу отношений также называют шкалой степени значимости действий.

Заполняем таблицу попарных сравнений показателей критерия эффективности по строкам и столбцам (таблица 10). Для этого попарно сравниваем показатель критерия из строки с показателем критерия из столбца по отношению к цели – повышение эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах. Значения из шкалы относительной важности вписываем в ячейки, образованные пересечением соответствующей строки и столбца. Например: мы считаем, что при выборе эффективного управления пассажирскими перевозками показатель «качество транспортного обслуживания» критерия эффективности имеет существенное превосходство над показателем «безопасность окружающей среды». В таблице 10 этой оценке соответствует значение 6. Поэтому в ячейке на пересечении строки «Качество транспортного обслуживания» и столбца «Безопасность окружающей среды» мы записываем значение 6.

Очевидно, что диагональ этой матрицы будет заполнена значением 1, а ячейки, лежащие ниже диагонали, будут заполнены обратными значениями. Следовательно, в ячейке на пересечении строки «Безопасность окружающей среды» и столбца «Качество транспортного обслуживания» мы записываем значение $1/6$. И так далее для каждой пары показателей критерия. Диагональ матрицы попарных сравнений заполнена значением 1, а ячейки, которые лежат ниже диагонали, будут заполнены обратными значениями. Например, рассчитаем значение собственного вектора B_1 для показателя «безопасность окружающей среды» критерия эффективности управления:

$$B_1 = \left(1 + 3 + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,56.$$

Расчет последующих значений собственного вектора выбранных показателей критерия осуществляется аналогично.

Сумма оценок собственных векторов всех предложенных показателей критерия равна

$$\sum B_{1...4} = 0,56 + 0,29 + 1,78 + 3,46 = 6,09.$$

А весовые коэффициенты для показателя «безопасность окружающей среды» критерия эффективности определим следующим образом:

$$\omega_1 = \frac{0,56}{6,09} = 0,09.$$

Расчет последующих значений весовых коэффициентов выбранных показателей критерия эффективности осуществляется аналогично. Результат расчета представлен в таблице 10.

Произведя анализ данных в таблице 10, можно сделать вывод, что наибольшее значение нормализованной оценки вектора приоритета имеет показатель «качество транспортного обслуживания».

Следующим шагом будет проверка правильности суждений. Для этого необходимо рассчитать индекс согласованности (ИС) для данной матрицы, который определяется по следующей формуле [6]:

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,19 - 4}{4 - 1} = 0,063, \quad (1)$$

где $\lambda_{\max}$ – главное собственное значение, которое используется для оценки согласованности (максимальное значение матрицы суждений);

n – порядок матрицы суждений, чем ближе $\lambda_{\max}$ к порядку матрицы суждений (n), тем более согласованным считается результат [2].

Таблица 10 – Попарное сравнение показателей критерия эффективности по строкам и столбцам

Показатели критерия эффективности	K_1	K_2	K_3	K_4	Оценки компонент собственного вектора	Нормализованные оценки вектора приоритета	Максимальное значение матрицы суждений
K_1	1	3	1/5	1/6	0,56	0,09	1,14
K_2	1/3	1	1/6	1/8	0,29	0,05	0,85
K_3	5	6	1	1/3	1,78	0,29	1,27
K_4	6	8	3	1	3,46	0,57	0,92
Итого	12,33	18,00	4,37	1,63	6,09	1,00	4,19

Если разделить ИС на средний случайный индекс (СИ), то полученная величина будет называться «отношение согласованности» (ОС). Отношение согласованности будет приемлемым, если ОС будет находиться в границах меньше или равно 10 %. Рассчитаем отношение согласованности по следующей формуле [2]:

$$ОС = \frac{0,063}{0,9} = 7,00 \, \%.$$

Таким образом, ОС является приемлемым, т. к. находится в границах меньше или равно 10 %.

Следующим этапом использования метода попарных сравнений является построение таблицы матрицы сравнений, где будем сравнивать альтернативу из строки с альтернативой

из столбца. При этом никаких других показателей не учитываем. Значения из шкалы относительной важности вписываем в ячейки, образованные пересечением соответствующей строки и столбца. Диагональ данной матрицы заполнена значением 1, а ячейки, которые лежат ниже диагонали, заполнены обратными значениями. Результаты расчетов представлены в таблицах 11–12.

Таблица 11 – Результат расчета попарного сравнения по критериям «безопасность окружающей среды», «организационно-технические мероприятия» и «затраты на перевозки»

Альтернатива	1. Тариф на перевозку № 1	2. Тариф на перевозку № 2	3. Тариф на перевозку № 3	4. Тариф на перевозку № 4	Максимальное значение матрицы суждений	Нормализованные оценки вектора приоритета
1. Тариф на перевозку № 1	1	1	1	1	1,00	0,25
2. Тариф на перевозку № 2	1	1	1	1	1,00	0,25
3. Тариф на перевозку № 3	1	1	1	1	1,00	0,25
4. Тариф на перевозку № 4	1	1	1	1	1,00	0,25
Сумма	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00

Таким образом, ИС и ОС для данной матрицы будут равны 0.

Таблица 12 – Результат расчета попарного сравнения по показателю «качество транспортного обслуживания»

Альтернатива	1. Тариф на перевозку № 1	2. Тариф на перевозку № 2	3. Тариф на перевозку № 3	4. Тариф на перевозку № 4	Максимальное значение матрицы суждений	Нормализованные оценки вектора приоритета
1. Тариф на перевозку № 1	1	3	7	9	3,71	0,58
2. Тариф на перевозку № 2	1/3	1	5	7	1,85	0,29
3. Тариф на перевозку № 3	1/7	1/5	1	2	0,49	0,08
4. Тариф на перевозку № 4	1/9	1/7	1/2	1	0,30	0,05
Сумма	1,59	4,34	13,50	19,00	6,34	1,00

Рассчитаем индекс согласованности для данной матрицы:

$$ИС = \frac{6,34 - 4}{4 - 1} = 0,043.$$

Рассчитаем ОС:

$$ОС = \frac{0,043}{0,9} = 4,73 \%$$

Таким образом, ОС является приемлемым, т. к. находится в границах меньше или равно 10 %.

Произведем расчет глобального приоритета (значения критерия эффективности

управления пассажирскими перевозками) для каждой из предложенных альтернатив по формуле (6) [1]:

$$K_{\text{эф.уп.ПП}_1} = 0,09 \cdot 0,25 + 0,05 \cdot 0,25 + 0,29 \cdot 0,25 + 0,57 \cdot 0,59 = 0,44 \rightarrow \max;$$

$$K_{\text{эф.уп.ПП}_2} = 0,09 \cdot 0,25 + 0,05 \cdot 0,25 + 0,29 \cdot 0,25 + 0,57 \cdot 0,29 = 0,27 \rightarrow \max;$$

$$K_{\text{эф.уп.ПП}_3} = 0,09 \cdot 0,25 + 0,05 \cdot 0,25 + 0,29 \cdot 0,25 + 0,57 \cdot 0,08 = 0,15 \rightarrow \max;$$

$$K_{\text{эф.уп.ПП}_4} = 0,09 \cdot 0,25 + 0,05 \cdot 0,25 + 0,29 \cdot 0,25 + 0,57 \cdot 0,05 = 0,13 \rightarrow \max.$$

Результаты расчетов представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет глобального приоритета (значения критерия эффективности управления пассажирскими перевозками)

Альтернативы	Показатели				Глобальные приоритеты (значение критерия эффективности управления пассажирскими перевозками)
	Безопасность окружающей сре-	Организационно- техническая со- ставляющая	Себестоимость услуг по перевозке пассажиров	Качество транс- портного обслужи- вания	
Численное значение вектора приоритета					
0,09	0,05	0,29	0,57		
1. Тариф на перевозку № 1	0,25	0,25	0,25	0,58	0,44
2. Тариф на перевозку № 2	0,25	0,25	0,25	0,29	0,27
3. Тариф на перевозку № 3	0,25	0,25	0,25	0,08	0,15
4. Тариф на перевозку № 4	0,25	0,25	0,25	0,05	0,13

Выбранной альтернативой считается альтернатива с максимальным значением глобального приоритета, т. е. с максимальным значением эффективного управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах. Таким образом, проведя анализ данных, представленных в таблице 13, можно сделать вывод, что первая альтернатива является оптимальной и имеет наивысшее значение критерия эффективности управления пассажирскими перевозками с учетом показателя «качество транспортного обслуживания», который непосредственно влияет на это значение.

Выявлено, что улучшение показателя «качество транспортного обслуживания» повышает значение критерия эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах.

Определено, что обеспечение экологической безопасности, улучшение удобства транспортного средства (ширина прохода в салоне, высота ступенек автобуса, освещенность салона, внешняя привлекательность автобуса, ширина дверей и чистота салона, мягкость сидений), улучшение оборудования остановок (мест для ожидания автобусов, навесов, информационных стендов, поддержание санитарного состояния и т. д.), соблюдение расписания движения автобусов и уменьшение уровня наполнения салона автобуса повысит каче-

ство обслуживания на городских автобусных маршрутах (таблица 14).

Следовательно, значение критерия эффективности управления пассажирскими перевозками с учетом показателя «качество транспортного обслуживания» будет оптимальным и стремиться к максимуму, если качество транспортного обслуживания соответствует высокому уровню (более 1) согласно таблице 14.

Таблица 14 – Результаты расчета критерия эффективности управления пассажирскими перевозками с учетом показателя «качество транспортного обслуживания»

Эффективное управление пассажирскими перевозками	Уровень качества транспортного обслуживания на городских автобусных маршрутах	
	Средний уровень (от 0,7 до 0,5)	Высокий уровень (более 1)
	До внедрения	После внедрения
Значение критерия эффективности управления пассажирскими перевозками	0,15	0,44

Однако недостатками расчета критерия эффективности управления пассажирскими перевозками с помощью метода попарного сравнения являются:

- 1) метод дает возможность работать только со шкалой степени значимости действий;
- 2) метод позволяет получать оценки только тех показателей, которые включены в список при научном исследовании;
- 3) данный метод целесообразно применять только для решения краткосрочных задач, так как он основан на мнениях экспертов, которые со временем могут меняться.

Выводы

Таким образом, в данной работе было произведено исследование эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах. Было выделено 4 группы показателей критерия эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах, среди которых такие как качество транспортного обслуживания, безопасность окружающей среды, организационно-технические мероприятия, затраты на перевозки. С помощью метода попарных сравнений был произведен учет степени влияния каждого из указанных выше показателей на значение критерия эффективности управления пассажирскими перевозками. Выявлено, что альтернативой критерия эффективности управления пассажирскими перевозками является та, которая имеет наивысшее значение показателя «качество транспортного обслуживания».

Предложены рекомендации для повышения эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах: улучшение экологической безопасности, улучшение удобства транспортного средства, соблюдение расписания движения автобусов, улучшение оборудования остановок и уменьшение уровня наполнения салона автобуса.

Список литературы

1. Селезнева, Н. А. Повышение эффективности управления городскими автобусными перевозками / Н. А. Селезнева, И. Г. Курилов // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2023. – № 2(45). – С. 38–49.
2. Качество пассажирских перевозок: возможность исследования методами социологии / В. А. Гудков, М. М. Бочкарева, Н. В. Дулина, Н. А. Овчар ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. – 163 с.
3. Ковалев, Р. Н. Анализ теоретических аспектов управления и методов оценки качества услуг пассажирского автотранспорта / А. В. Власов, Р. Н. Ковалев // Леса России и хозяйство в них. – 2012. – № 1–2(42–43). – С. 24–26.
4. Селезнева, Н. А. Структура управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах / Н. А. Селезнева, Ю. В. Шеина // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2020 :

материалы VI международной научно-практической конференции в рамках 6-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие», Горловка, 27 мая 2020 г. – Горловка : АДИ ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2020. – С. 136–141.

5. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Москва : ФГУП ЦПП, 2007. – 56 с.

6. Методические рекомендации расчета тарифов на оказание услуг пассажирского автомобильного транспорта и городского электротранспорта (трамвай, троллейбус) : утверждены Приказом Министерства транспорта Донецкой Народной Республики от 5 мая 2015 года № 140. – Текст : электронный. – URL: <http://donmintrans.ru/d/1/prikaz/2015/Prikaz140.pdf>.

7. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте : утверждены Приказом Министерства транспорта Донецкой Народной Республики от 5 мая 2015 года № 141. – Текст : электронный. – URL: http://doc.dnronline.su/wp-content/uploads/2015/08/PrikazMinTrans_N141_05052015.pdf.

8. Положение о техническом обслуживании и ремонте колесных транспортных средств : утверждено Приказом Министерства транспорта Донецкой Народной Республики от 7 декабря 2015 года № 707. – Текст : электронный. – URL: <https://gb-dnr.ru/normativno-pravovye-akty/2138/#s1>.

Н. А. Селезнева, Р. В. Негурица

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Определение эффективности управления городскими автобусными перевозками**

Транспортная отрасль – это сложная система, выполняющая функцию обеспечения социально-экономической стабильности Республики и обеспечения безопасности и комфорта ее жителей.

В каждом развитом городе мира основу системы пассажирского транспорта составляет автомобильный транспорт, который играет важную роль и служит основополагающим фактором обеспечения социально-экономической стабильности и развития всей городской территории и мобильности населения.

За последние годы в секторе пассажирского автобусного транспорта произошли изменения как в системе управления пассажирскими перевозками, так и в технологии предоставления транспортных услуг. Определены основные принципы деятельности при осуществлении пассажирских перевозок в новой ситуации. Первостепенной задачей является разработка рекомендаций по обеспечению эффективности управления городскими автобусными перевозками с учетом удовлетворения потребностей населения в транспортных услугах в соответствии со стандартами качества.

Несмотря на значительное количество исследований по указанной проблематике, существующие методики определения эффективности управления пассажирским транспортом являются неполными. Сложность заключается в отсутствии единообразия в определении критериев эффективности управления пассажирским транспортом на городских автобусных маршрутах.

В работе была определена структура показателей эффективности управления пассажирскими перевозками, среди которых были установлены такие показатели, как качество транспортного обслуживания, безопасность окружающей среды, организационно-техническая составляющая, технико-экономическая составляющая. Для определения значимости каждого из показателей был произведен выбор показателей эффективности управления пассажирскими перевозками с использованием метода попарных сравнений. Применение метода попарных сравнений дало возможность произвести учет степени влияния каждого из показателей критерия эффективности управления на его итоговое значение и определить числовые оценки варианта эффективности управления.

Таким образом, в данной работе было произведено исследование уровня эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах. Выявлено, что альтернативой критерия эффективности управления пассажирскими перевозками является та, которая имеет наивысшее значение показателя «качество транспортного обслуживания», который непосредственно влияет на это значение.

Предложены рекомендации для повышения эффективности управления пассажирскими перевозками на городских автобусных маршрутах: улучшение экологической безопасности, улучшение удобства транспортного средства, соблюдение расписания движения автобусов, улучшение оборудования остановок и уменьшение уровня наполнения салона автобуса.

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКАМИ, КАЧЕСТВО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЕ, ГОРОДСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ

N. A. Selezneva, R. V. Neguritsa
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Efficiency Determination of the Urban Bus Transportation Management

The transport industry is a complex system that performs the function of the Republic socio-economic stability and ensuring the safety and comfort of its residents.

In every developed city in the world, the basis of the passenger transport system is automobile transport, which plays an important role and serves as a fundamental factor in ensuring socio-economic stability and development of the entire urban area and population mobility.

In recent years, the passenger bus transport sector has seen changes both in the passenger transport management system and in the technology of providing transport services. The basic principles of the passenger transportation in the new situation are determined. The primary task is to develop recommendations to ensure the efficiency of the urban bus transportation management, taking into account the satisfaction of the population's needs for transport services in accordance with quality standards.

Despite a significant amount of research on this issue, existing methods for determining the efficiency of passenger transport management are incomplete. The difficulty lies in the lack of uniformity in defining the criteria for the efficiency of the passenger transport management on urban bus routes. The work defined the structure of indicators of the efficiency of the passenger transportation management, among which such indicators as the quality of transport services, environmental safety, organizational and technical components, and technical and economic components were established. To determine the significance of each of the indicators, a selection of indicators of the effectiveness of passenger transportation management was made using the pairwise comparison method. The use of the pairwise comparison method made it possible to take into account the degree of influence of each of the indicators of the management efficiency criterion on its final value and to determine numerical estimates of the management efficiency option.

Thus, in this work a study of the efficiency level of the passenger transportation management on urban bus routes was conducted. It is revealed that the alternative criterion for the efficiency of passenger transportation management is the one that has the highest value of the indicator "quality of transport service", which directly affects this value. Recommendations are proposed to improve the efficiency of the passenger transportation management on city bus routes: improving environmental safety, improving vehicle comfort, adhering to bus schedules, improving bus stop equipment, and reducing the level of occupancy in the bus.

TRANSPORTATION MANAGEMENT, TRANSPORT SERVICE QUALITY, EFFICIENT MANAGEMENT, URBAN TRANSPORTATION

Сведения об авторах:

Н. А. Селезнева

Телефон: +7 949 337-52-08

Эл. почта: Nadejda_2802@mail.ru

SPIN-код 5174-0714

Р. В. Негурица

Телефон: +7 949 337-52-08

Эл. почта: Nadejda_2802@mail.ru

Статья поступила 27.09.2024

© Н. А. Селезнева, Р. В. Негурица, 2024

Рецензент: Т. А. Самисько, канд. техн. наук, доцент

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

М. М. Саиян, Д. Н. Зекун

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

АНАЛИЗ И МОДИФИКАЦИЯ СТАНДАРТНЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПЛАТФОРМ

Выполнен сравнительный анализ нормативных документов, содержащих стандартные методы измерения энергетических характеристик электромобилей. Предложена модификация методов, применительно к испытаниям беспилотных транспортных платформ. Приведена конструкция и описание динамометрического стенда с беговыми барабанами, применяемого при испытаниях.

Ключевые слова: беспилотная транспортная платформа, электромобиль, тяговый электропривод, потребление энергии, пробег без подзарядки батареи, динамометрический стенд, сила сопротивления движению

Введение

В настоящее время различными производителями разрабатывается и выпускается широкая линейка беспилотных колесных транспортных платформ (далее – платформ), приводимых в действие электроприводом. Выпускаются как компактные четырехколесные платформы, максимальной массой до 200 кг, для доставки грузов в городских условиях, так и тяжелые шестиколесные платформы повышенной и высокой проходимости, максимальной массой до 2 т, для перевозки грузов по грунтовым дорогам и пересеченной местности в любых погодных условиях. Платформы также могут применяться для установки специализированного оборудования и выполнять функции тягача. Управление платформой может осуществляться дистанционно оператором или быть полностью автоматическим, без участия оператора при движении по заданному маршруту.

Для официального утверждения модели платформы, как типа транспортного средства (ТС), наряду с другими испытаниями, требуется определить его энергетические характеристики.

Целью статьи является анализ и модификация стандартных методов измерения энергетических характеристик электромобилей, применительно к беспилотным колесным транспортным платформам с тяговым электроприводом.

Классификация платформ и анализ стандартных методов измерения

Исходя из требований назначения, платформы условно можно отнести к категории N_1 или N_1G и классифицировать как тихоходное ТС специального назначения, не предназначенное для движения по дорогам общего пользования [1, 2]: условно потому, что принадлежность ТС к определенной категории предусматривает наличие места водителя.

Категория N_1 – ТС с максимальной массой не более 3,5 т, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки грузов.

Категория G – ТС с максимальной массой не более 2 т, повышенной проходимости категории N_1 , удовлетворяющие требованиям.

ТС специального назначения – ТС категории N_1 , предназначенное для выполнения специальных функций, для которых требуется наличие специального кузова и/или оборудования.

Тихоходное ТС – ТС, имеющее максимальную конструктивную скорость до 50 км/ч.

Область применения указанных ниже документов формально не распространяется на

платформы, однако изложенные в них методы возможно применить для испытаний платформ.

Методы измерения энергетических характеристик ТС с электрической тягой категории N₁, регламентируются действующими в РФ ГОСТ Р ЕН 1986-1-2011¹ [3] и Правилами ЕЭК ООН № 101² [4] (далее – ГОСТ и Правила ЕЭК ООН).

До сентября 2018 г., наряду с Правилами, действовали стандарты ГОСТ Р группы 41, которые представляли собой тексты, идентичные Правилам ЕЭК ООН³.

На момент издания ГОСТ и Правил описывают два метода измерений:

Метод 1. Измерение потребления энергии по ГОСТ или измерение расхода электроэнергии по Правилам (Приложение 7).

Метод 2. Измерение пробега без подзарядки батареи по ГОСТ, или измерение запаса хода на электротяге по Правилам (Приложение 9).

Названия методов несколько отличаются, однако по существу методы схожи, хотя имеются различия в изложении материала.

Под потреблением энергии понимаем отнесенное к пройденному расстоянию количество электрической энергии (Вт · ч/км), полученной батареей ТС при зарядке от сети и израсходованной при выполнении испытательных циклов.

Под пробегом без подзарядки батареи понимаем расстояние, которое прошло ТС при выполнении испытательного цикла (км), начав движение при полностью заряженной батарее и закончив движение в соответствии с критерием окончания испытания.

Сущность методов, изложенных в ГОСТ и Правилах, заключается в следующем.

Метод 1. Измерение потребления энергии. Состоит из трех этапов испытания и расчета.

Этап 1. Приведение заряда батареи в исходное состояние. Батарею разряжают при движении ТС и заряжают, применяя процедуру нормальной зарядки.

Этап 2. Выполнение испытательных циклов.

Цикл № 1 представляет собой городской цикл, состоящий из четырех элементарных городских циклов. Цикл № 2 состоит из двух частей: городского цикла и загородного цикла.

ТС устанавливают на динамометрический стенд с беговыми барабанами и проводят процедуру семикратного выполнения цикла № 1 или двукратного выполнения цикла № 2, показанных на рисунке 1. Измеряют пройденное расстояние d , км.

Этап 3. Зарядка батареи. Батарею заряжают, применяя процедуру нормальной зарядки. Измеряют потребляемую от сети энергию E , Вт · ч, и продолжительность зарядки.

Расчет. Потребляемую энергию C , Вт · ч/км, вычисляют по формуле

$$C = \frac{E}{d}. \quad (1)$$

Существенное различие в изложении метода измерения потребления энергии в ГОСТ и Правилах состоит в том, что Правила не предусматривают семикратного выполнения городского цикла, т. е. цикла № 1, но предусматривают проведение двух циклов испытаний, состоящих из четырех элементарных городских циклов и одного загородного цикла, т. е. цикла № 2.

Метод 2. Измерение пробега без подзарядки батареи. Состоит из двух этапов испытания.

Этап 1. Приведение заряда батареи в исходное состояние.

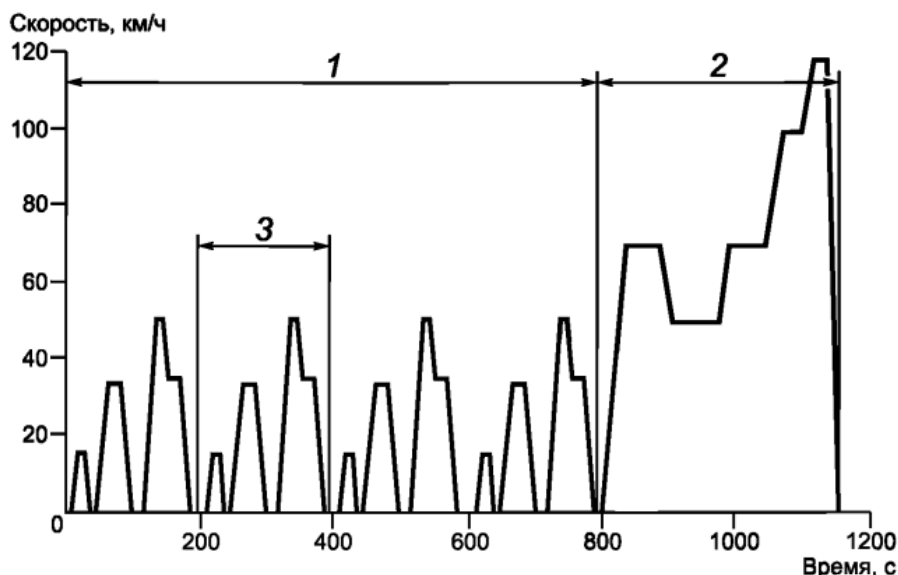
¹ГОСТ Р ЕН 1986-1-2011 является идентичным европейскому стандарту ЕН 1986-1: 1997 «Автомобили с электрической тягой. Измерение энергетических характеристик. Часть 1. Электромобили», издан в январе 2012 г., действует без изменений.

²Правила ЕЭК ООН № 101 Пересмотр 3, вступили в силу в апреле 2013 г., действуют с учетом поправок 1 – 11, последняя поправка от февраля 2024 г.

³Согласно приказу Росстандарта от 19.07.2018 № 420-ст с 1 сентября 2018 г. стандарты ГОСТ Р группы 41 отменены в связи с прямым применением с 28 декабря 2000 г. Правил ЕЭК ООН.

Этап 2. Выполнение испытательных циклов. ТС устанавливают на динамометрический стенд с беговыми барабанами и проводят процедуру выполнения цикла № 2 (рисунок 1) до достижения критерия окончания испытания. Измеряют пройденное расстояние d , км, которое является пробегом ТС, и время движения.

Критерий окончания испытания – невозможность выполнения цикла ТС при скоростях менее 50 км/ч или сигнал необходимости остановки от бортовой системы ТС.



1 – городской цикл = цикл № 1; 2 – загородный цикл;
3 – элементарный городской цикл; 1 + 2 = цикл № 2

Рисунок 1 – Испытательные циклы

Чтобы провести испытания на динамометрическом стенде, необходимо определить суммарную мощность сил сопротивления движению ТС при постоянной скорости движения и выполнить калибровку динамометрического стенда.

Силы сопротивления движению ТС определяют при дорожных испытаниях, путем измерения изменения кинетической энергии при движении в режиме выбега.

Для ТС, имеющих максимальную скорость $V_{\text{MAX}} \leq 70$ км/ч, силы сопротивления движению определяют на установленных скоростях V , равных 50, 40, 30 и 20 км/ч.

Сущность процедуры испытания, без описания статистической обработки результатов, заключается в следующем:

- 1) ТС разгоняют до скорости на 5 км/ч превышающей установленную скорость;
- 2) коробку передач устанавливают в нейтральное положение или отключают питание электродвигателя;
- 3) измеряют время замедления t , с, в течение которого скорость ТС уменьшается от $V_2 = V + \Delta V$, км/ч, до $V_1 = V - \Delta V$, км/ч, где $\Delta V \leq 5$ км/ч для установленной скорости ≤ 50 км/ч.

Силу сопротивления движению F , Н, при установленной скорости V вычисляют по формуле

$$F = (M + M_{\text{II}}) \frac{2\Delta V}{t} \cdot \frac{1}{3,6}, \quad (2)$$

где M – масса ТС, кг;

M_{II} – масса, эквивалентная инерции всех колес и частей ТС, вращающихся вместе с колесами при движении по инерции, кг.

Сущность процедуры калибровки динамометрического стенда, кратко, заключается в

следующем:

4) устанавливают эквивалентную инерционную массу стенда I , кг, равную массе ТС M , кг с отклонением не более $\pm (0,03 - 0,06) M$. Меньше масса, больше допускаемое отклонение;

5) ТС устанавливают на стенд и выполняют операции 1) – 3);

6) тормозное устройство стенда настраивают с учетом разности массы ТС M при дорожных испытаниях и эквивалентной инерционной массы I так, чтобы измеренное на стенде время замедления t совпало по величине с скорректированным временем замедления t_{corr} , с.

Скорректированное время замедления t_{corr} , с, вычисляют по формуле

$$t_{corr} = (I + M_{I2}) \frac{2\Delta V}{F} \cdot \frac{1}{3,6}, \quad (3)$$

где M_{I2} – масса, эквивалентная инерции ведущих колес и частей ТС, вращающихся вместе с колесами при движении накатом, кг.

Существенное различие в описании процедуры определения суммарной мощности сил сопротивления движению ТС и калибровки динамометрического стенда, по ГОСТ и Правилам, заключается в следующем. В Добавлении к Приложению 7 Правил, которое описывает метод, указано: «ТС загружается до его испытательной массы, включая водителя и контрольно-измерительные приборы». Правила вводят понятие «испытательная масса», означающее массу порожнего ТС плюс половину полной нагрузки для ТС категории N_1 .

В Приложении А к ГОСТ, которое описывает тот же метод, указано: «Загрузка ТС при испытании должна включать водителя и контрольно-измерительные приборы». Из данной формулировки неясно, следует ли при испытании нагружать ТС дополнительно. При грузоподъемности платформ до 1000 кг, разница в массе испытуемых ТС может достигать 500 кг, что повлияет на результат испытания.

Вступившая в силу в сентябре 2022 г. Поправка 10 к Правилам внесла изменения в методы испытаний. Метод 1 и метод 2 объединены в единый «Метод измерения потребления электроэнергии и запаса хода только на электротяге». Введен испытательный цикл, состоящий из динамических сегментов и сегментов постоянной скорости. Расчет потребления электроэнергии и запаса хода на электротяге выполнен с учетом силы тока и напряжения батареи.

Модификация стандартных методов измерения

Предпосылки и предлагаемые авторами модификации стандартных методов по ГОСТ, применительно к платформам, указаны ниже.

1. *Предпосылки.* Метод измерения потребления энергии и метод измерения пробега без подзарядки батарей предусматривают выполнение одинаковых испытательных циклов, одинаковой процедуры определения сил сопротивления движению ТС при дорожных испытаниях и калибровки динамометрического стенда. Методы различаются только формулами расчета измеряемых величин и критериями окончания испытаний.

Модификация. Объединить, указанные выше методы, в один метод измерения потребления энергии и пробега без подзарядки батарей.

2. *Предпосылки.* Исходя из требований назначения, на платформе не предусмотрено место водителя, и управление платформой осуществляется дистанционно. Максимальная конструктивная скорость платформ различных моделей находится в пределах от 20 до 50 км/ч, так как при больших скоростях движения трудно обеспечить управляемость и безопасность движения. Вследствие невысокой конструктивной скорости стандартные городской и загородный циклы, показанные на рисунке 1, невозможно воспроизвести в полном объеме.

Модификация. При испытаниях применить модифицированный испытательный цикл, показанный на рисунке 2. Цикл отражает скоростные режимы платформы в условиях экс-

плутации. Чтобы обеспечить полное воспроизведение цикла платформой, независимо от ее максимальной конструктивной скорости $V_{\max}$, привязка скорости движения в цикле осуществляется не к абсолютным значениям в км/ч, а к относительным значениям, в привязке к $V_{\max}$. При измерении потребления энергии проводить три цикла испытаний, чтобы общая продолжительность испытания осталась такой же, как и при стандартном цикле.

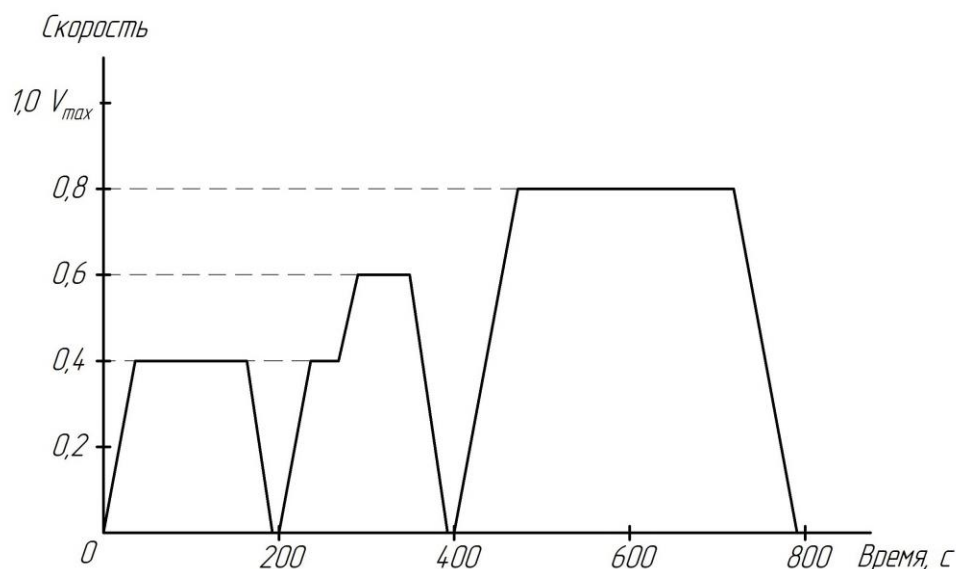


Рисунок 2 – Модифицированный испытательный цикл

3. *Предпосылки.* Платформы повышенной и высокой проходимости предназначены для движения преимущественно по грунтовым дорогам и пересеченной местности. Стандартные дорожные условия (участок с твердым покрытием из асфальтобетона), при которых определяют силы сопротивления движению ТС, не отражают условия применения платформ.

Модификация. Силы сопротивления движению определить на грунтовом участке дороги.

4. *Предпосылки.* Платформы по назначению являются грузовыми ТС.

Модификация. Испытания проводить на платформе, нагруженной до испытательной массы, равной массе снаряженного ТС и половине грузоподъемности ТС, включая средства измерений.

5. *Предпосылки.* Ввиду конструктивных особенностей ряда моделей платформ, при движении накатом двигатель и понижающий редуктор не могут быть отключены от трансмиссии. Соответственно, сила сопротивления движению, определенная при движении накатом, не равна силе сопротивления при равномерном движении, которая устанавливается на стенде.

Модификация. Ввести ориентировочный метод определения сил сопротивления движению по току разряда батареи. При движении по дороге ток разряда батареи напрямую зависит от потребляемого тока двигателя, и, как следствие, от момента на валу двигателя и сил сопротивления движению.

В режиме разгона и равномерного движения при установленной скорости, провести непрерывные измерения скорости и тока разряда батареи. Тормозное устройство стенда настроить на величину тока батареи при установленной скорости.

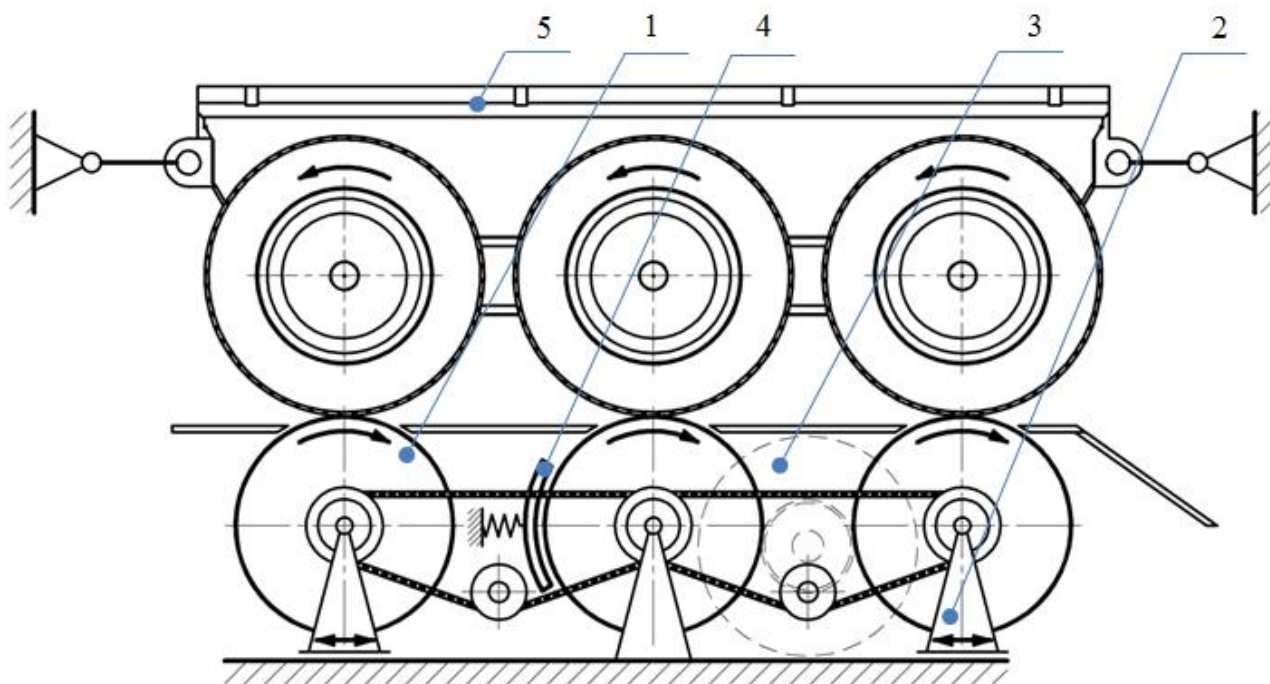
Описание динамометрического стенда

Испытания предлагается проводить на динамометрическом стенде с беговыми барабанами. Стендовые испытания широко освещены в учебной литературе. [5]. Один из приме-

ров конструкции стенда показан на рисунке 3.

Характеристики динамометрического стенда, регламентируются документом [6], с учетом требований документа [4].

Инерционные беговые барабаны 1 моделируют силы сопротивления движению ТС при ускорении и равномерном движении с заданной скоростью. Конструкция стенда позволяет изменять момент инерции барабанов, т. е. эквивалентную массу стенда, и момент сопротивления вращению барабанов.



1 – беговой барабан; 2 – опоры барабана; 3 – маховик;
4 – тормозное устройство поглощения мощности; 5 – испытуемая платформа (ТС)

Рисунок 3 – Динамометрический стенд

Поверхность барабанов имеет покрытие, препятствующее пробуксовке колес ТС. Крайние барабаны установлены на регулируемых опорах 2, позволяющих установить расстояние между осями барабанов, равное базе ТС. Барабаны кинетически связаны цепной передачей и обладают общим моментом инерции.

Величина момента инерции и радиус барабанов определяют эквивалентную массу стенда, физический смысл которой описан ниже.

Необходимый момент инерции стенда, устанавливают изменением момента инерции маховика 3 наборной конструкции. Маховик приводится во вращение от среднего барабана через повышающую передачу.

Величину силы сопротивления вращению колес устанавливают изменением усилия прижатия тормозного устройства поглощения мощности 4 на среднем барабане.

ТС 5, при установке на стенде, закрепляют на растяжках, чтобы исключить соскальзывание колес с барабанов при испытании.

Стенд обеспечивает воспроизведение эквивалентной массы в пределах от 300 до 600 кг и поглощаемой мощности в пределах от 100 до 1500 Вт.

Базовые понятия и формулы, описывающие работу динамометрического барабанного стенда, приведены ниже.

Инертность тела – свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного движения.

Инерция тела – явление сохранения скорости тела при отсутствии воздействия на тело других сил.

Сила инерции тела – сила, с которой тело сопротивляется изменению движения. Сила инерции направлена в сторону, противоположную ускорению. При ускоренном движении направления ускорения и скорости совпадают, и сила инерции направлена в сторону, противоположную скорости движения. При замедленном движении, когда ускорение направлено в сторону, обратную скорости, сила инерции действует по направлению движения.

Значение силы инерции F , H , вычисляют по формуле

$$F = m \cdot a, \quad (4)$$

где m – масса тела (масса ТС), кг;

a – ускорение тела (ускорение ТС), м/с^2 .

Подобно тому, как масса тела является мерой его инертности при поступательном движении, осевой момент инерции тела является мерой его инертности при вращательном движении вокруг оси.

Таким образом, момент силы инерции или крутящий момент при вращательном движении является аналогом силы инерции при поступательном движении.

Значение крутящего момента M , $H \cdot \text{м}$, вычисляют по формуле

$$M = J \cdot \varepsilon, \quad (5)$$

где J – осевой момент инерции тела (суммарный осевой момент инерции барабанов стенда), $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

ε – угловое ускорение тела (угловое ускорение беговых барабанов стенда), рад/с^2 .

Осевой момент инерции тела – это сумма произведений элементарных масс на квадрат их расстояний до оси.

Динамика разгона ТС на стенде и на дороге должна совпадать в любой момент времени, следовательно, значения мгновенных мощностей ТС и барабанов стенда равны.

Мощностью силы – это величина, характеризующая скорость выполнения работы и численно равную отношению работы ко времени, за которое работа была совершена.

Работа силы – величина, равная произведению модуля силы на величину перемещения тела в направлении действия силы.

Для неравномерного прямолинейного движения мгновенная мощность силы N , Вт, определяется по формуле

$$N = \frac{dA}{dt} = F \cdot v = m \cdot a \cdot v, \quad (6)$$

где A – работа силы, Дж.

v – мгновенная скорость движения тела (ТС), м/с ;

Для неравномерного вращательного движения мгновенная мощность силы N , Вт, определяется по формуле

$$N = \frac{dA}{dt} = M \cdot \omega = J \cdot \varepsilon \cdot \omega, \quad (7)$$

где ω – мгновенная угловая скорость движения тела (бегового барабана стенда), рад/с .

Приравняем мгновенные мощности для прямолинейного и вращательного движения:

$$m \cdot a \cdot v = J \cdot \varepsilon \cdot \omega. \quad (8)$$

Запишем ускорение в виде производной скорости:

$$m \cdot \frac{dv}{dt} \cdot v = J \cdot \frac{d\omega}{dt} \cdot \omega. \quad (9)$$

Получим

$$m \cdot v^2 = J \cdot \omega^2. \quad (10)$$

С учетом того, что линейная скорость на поверхности барабана стенда, радиусом R , м, равна линейной скорости ТС на поверхности дороги,

$$\omega \cdot R = v. \quad (11)$$

Запишем выражение 10 в виде

$$m \cdot \omega^2 \cdot R^2 = J \cdot \omega^2. \quad (12)$$

Таким образом, для выполнения условия идентичности динамики разгона ТС на стенде и на дороге, осевой момент инерции барабанов стенда J , кг·м², должен быть численно равен произведению массы ТС и квадрата радиуса барабана стенда:

$$m \cdot R^2 = J. \quad (13)$$

Масса в данном выражении называется эквивалентной массой стенда $m = m_s$.

Эквивалентная масса стенда численно равна массе ТС, у которого динамика разгона на дороге соответствует динамике разгона на стенде.

Заключение

Приведенные в статье модифицированные стандартные методы измерения энергетических характеристик, могут быть применены разработчиками беспилотных колесных транспортных платформ с электроприводом, при проведении исследовательских стендовых испытаний.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52051-2003. Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 7 мая 2003 г. № 139-ст : введен впервые : дата введения 2004–01–01 / разработан «ВНИИИНАШ». – Москва : Госстандарт России, 2003. – 11 с.
2. Сводная резолюция о конструкции транспортных средств (CP.3). Пересмотр 6 : документ ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6 : дата вступления в силу 11 июля 2017 г. – Текст : электронный // Экономический и Социальный Совет. – URL: <https://electro.club/data/forum/messages/216249/ECE-TRANS-WP.29-78r6r.pdf>.
3. ГОСТ Р ЕН 1986-1-2011. Автомобили с электрической тягой. Измерение энергетических характеристик. Часть 1. Электромобили (EN 1986-1:1997, IDT) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 июня 2011 г. № 118-ст : введен впервые : дата введения 2012–03–01 / разработан «ВНИИИНАШ». – Москва : Стандартинформ, 2012 – 19 с.
4. Правила ЕЭК ООН № 101 Пересмотр 3 с Поправками 1-11 : Документ E/ECE/324/Rev.2/Add.100/Rev.3 – E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.100/Rev.3 : дата вступления в силу 12 апреля 2013 г., с поправками Amend.1–Amend.11 : дата вступления в силу последней поправки 19 февраля 2024 г. – Текст : электронный // UNECE : [сайт]. – URL: <https://unece.org/transport/vehicle-regulations-wp29/standards/addenda-1958-agreement-regulations-101-120>.
5. Испытания колесных транспортных средств / А. М. Иванов, С. Р. Кристальный, Н. В. Попов, А. Р. Спинов. – Москва : МАДИ, 2018 – 124 с.
6. Правила ЕЭК ООН № 84 : Документ E/ECE/324 - E/ECE/TRANS/505/ Rev.1/Add.83 : дата вступления в силу 15 июля 1990 г. – Текст : электронный // UNECE : [сайт]. – URL: <https://unece.org/transport/vehicle-regulations-wp29/standards/addenda-1958-agreement-regulations-81-100>.

М. М. Саиян, Д. Н. Зекун
ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Анализ и модификация стандартных методов измерения
энергетических характеристик беспилотных транспортных платформ

Целью статьи является анализ и модификация стандартных методов измерения энергетических характеристик электромобилей, применительно к беспилотным колесным транспортным платформам с тяговым электроприводом.

В работе выполнен сравнительный анализ нормативных документов. Кратко изложена сущность стандартных методов измерения потребления энергии и пробега без подзарядки батареи. Описаны процедура определения сил сопротивления движению при дорожных испытаниях и процедура калибровки динамометрического стенда. Отмечены различия в описании методов и процедур в различных документах.

Предложены модификации методов, применительно к испытаниям беспилотных транспортных платформ, связанные с их конструктивными особенностями, техническими характеристиками и областью применения.

Описана конструкция и принцип действия динамометрического стенда с беговыми барабанами, применяемого при испытаниях. Приведены характеристики стенда, а также базовые понятия и формулы, описывающие его работу.

Приведенные в статье модифицированные методы могут быть применены разработчиками беспилотных колесных транспортных платформ с электроприводом при проведении исследовательских стендовых испытаний.

БЕСПИЛОТНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА, ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ, ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД, ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ, ПРОБЕГ БЕЗ ПОДЗАРЯДКИ БАТАРЕИ, ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИЙ СТЕНД, СИЛА СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ

М. М. Saiian, D. N. Zekun
State Institution «Design and Construction Technological Institute», Donetsk
Analysis and Modification of Standard Methods for Measuring the Energy Characteristics of Remotely
Piloted Transfer Platforms

The purpose of the article is to analyze and modify standard methods for measuring the energy characteristics of electric vehicles, in relation to remotely piloted wheeled transport platforms with traction electric drive.

The paper provides a comparative analysis of regulatory documents. The essence of standard methods for measuring energy consumption and mileage without recharging the battery is briefly described. The procedures for determining the motion resistance forces during the road tests and for calibrating a dynamometer stand are described. Differences in the description of methods and procedures in various documents are noted.

Modifications of the methods applied to the testing of remotely piloted transfer platforms related to their design features, technical characteristics and scope of application are proposed.

The design and operating principle of the dynamometer stand with running drums used in testing are described. The characteristics of the stand are given, as well as basic the concepts and formulas describing its operation.

The modified methods given in the article can be applied by developers of remotely piloted wheeled transfer platforms with electric drive during research bench tests.

UNMANNED TRANSPORT PLATFORM, TRACTION ELECTRIC DRIVE, ENERGY CHARACTERISTICS, ENERGY CONSUMPTION, MILEAGE WITHOUT BATTERY RECHARGING, DYNAMOMETER STAND, MOTION RESISTANCE FORCE

Сведения об авторах:

М. М. Саиян, главный метролог

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

Д. Н. Зекун, ведущий инженер

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

Статья поступила 01.10.2024

© М. М. Саиян, Д. Н. Зекун, 2024

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

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

А. Г. Федорченко, П. В. Дробный

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

МОДЕЛЬ АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦИКЛОВ СВЕТОФОРА НА ПЕРЕКРЕСТКАХ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Разработана математическая модель алгоритма функционирования работы микропроцессорного контроллера светофора, обеспечивающего оперативное и адекватное отображение ситуаций на перекрестках автомобильных дорог. Особенности модели алгоритма заключаются в оперативном реагировании на изменения ситуаций на перекрестке путем изменения продолжительности разрешающей фазы движения в каждом цикле работы светофора в зависимости от длины очереди транспортных средств в соответствующем направлении, адекватном отображении внешней среды. В математической модели использовано выражение закона Пуассона с различными параметрами, соответствующими определенным временным интервалам работы светофора и динамике изменения дорожной ситуации, учитывающей уменьшение числа транспортных средств в очереди во время зеленой фазы светофора, для равноускоренного и равномерного движения, а также дифференциальные уравнения движения транспортных средств с учетом задержки, обусловленной реакцией водителя.

Ключевые слова: математическая модель, светофор, адаптивное управление, перекресток, микроконтроллер, программное средство

Введение

Современные города покрыты сетью автодорог, обеспечивающих экономические и социальные потребности населения, которые должны обладать высокой пропускной способностью. Но с ростом городского населения и увеличением уровня автомобилизации возникла проблема заторов городских автомобильных дорог (далее – затор). Во многих мегаполисах все чаще стали наблюдаться транспортные коллапсы. Транспортное средство (ТС), стоящее в заторе, причиняет вред не только водителю, теряющему свое время, но также наносит урон окружающей среде, выбрасывая в атмосферу вредные выхлопные газы [1–2].

До недавнего времени основным методом увеличения пропускной способности было строительство и расширение имеющихся дорог, что приводило к большим финансовым и временным затратам. Лишь в конце двадцатого века, с развитием информационных и компьютерных технологий, стали создаваться первые интеллектуальные транспортные системы управления светофорами, призванные минимизировать ожидание водителя на перекрестке.

Заторы транспортных средств, приводят к значительным экономическим потерям, ухудшению экологии, фрустрации участников дорожного движения и другим видам негативных воздействий. Заторы часто возникают в узлах городской транспортной сети, которые являются перекрестками – местами пересечения, примыкания или разветвления дорог городской сети одного уровня.

Проблема временного распределения взаимодействующих транспортных потоков участников дорожного движения является широко распространенной на мировом уровне и до сих пор не имеет окончательно обоснованного и ясного решения. Эта проблема особенно актуальна в городах, где высокая интенсивность движения наблюдается на множестве участков уличной сети, и обеспечить беспрепятственный проход участников движения на всех перекрестках для разных направлений невозможно. Но одной из причин возникновения заторов является неэффективное управление транспортными потоками на перекрестках, которое обеспечивается таким элементом перекрестка как светофор [1–2].

С возникновением первых светофоров появилась необходимость в управлении свето-

форными циклами, чтобы участники дорожного движения не ожидали своей очереди на перекрестках слишком долго. Первоначально светофоры управлялись вручную полицейскими через пульт, встроенный в их корпус. Однако с развитием электроники светофоры оснастили таймерами и реле, что привело к возможности автоматического переключения сигнала. У каждого светофора имелось уникальное расписание переключения, а также особый режим работы в часы пик.

Функцию управления потоками светофор реализует с помощью микропроцессорного контроллера, который переключает цвета светофора, соответствующие фазам разрешения и запрета движения ТС по направлениям дорог перекрестка, согласно заданному алгоритму.

В соответствии с классификацией [3], выделяют локальные и системные контроллеры. Локальные контроллеры управляют движением без учета ситуации на других перекрестках. Системные контроллеры обеспечивают управление с учетом ситуации на других перекрестках. При этом локальные контроллеры подразделяются на реализующие управление с фиксированной длительностью сигналов фаз разрешения и запрета движения в цикле работы светофора, а также на реализующие адаптивное управление – когда продолжительность фаз определяется в зависимости от ситуации, которая сложилась на перекрестке (например, в зависимости от числа ТС в направлениях дорог перекрестка).

Анализ исследований и публикаций

Светофоры существующей транспортной сети, реализующие адаптивное управление за счет локальных контроллеров и создаваемых на их основе более сложных системных контроллеров, обеспечивающих учет ситуации во внешней среде, которая представлена несколькими взаимосвязанными перекрестками, в настоящее время являются одним из важнейших направлений решения проблемы заторов.

Для разработки алгоритмов функционирования контроллеров, реализующих адаптивное управление, используются математические модели, которые отражают ситуации, складывающиеся на перекрестках, и динамику их изменений. При выборе математического аппарата учитывается, как обычно, характер процессов образования ситуаций и динамика их изменений. Поскольку фактор неопределенности имеет существенное значение в рассматриваемых процессах, то в качестве математического аппарата обычно используют такие положения теории вероятности как математическая статистика, системы массового обслуживания, а также нечеткая математика. При этом динамика изменений ситуации должна обуславливаться функционированием светофоров, направленным на уменьшение заторов [4–6].

Цель статьи – разработка математической модели алгоритма функционирования работы микропроцессорного контроллера светофора, формирующегося на основе пропорционального значения длины очереди ТС в каждом направлении перекрестка.

Основные результаты исследования

Совершенствование существующих алгоритмов оперативного реагирования светофоров предполагает увеличение оперативности реагирования светофоров на возникающие ситуации, а также увеличение адекватности отражения ситуаций и динамики их изменений.

Для адекватного отображения внешней среды, неопределенность состояния которой определяется несколькими выражениями закона Пуассона [6] и отличающимися значениями параметров, каждый из которых соответствует определенному суточному интервалу функционирования светофора, необходимо более четко выразить условия стационарности. Динамика изменения дорожной ситуации, которая обусловлена уменьшением числа ТС в очереди за счет проезда перекрестка ТС в период зеленой фазы светофора, определяется на основе выражений, определяющих перемещение тел при равноускоренном и равномерном движении, а также на основе дифференциального уравнения динамики движения ТС в одном ряду

с учетом задержки, обусловленной реакцией водителей.

Объектом исследования является перекресток, схема которого изображена на рисунке 1, с направлениями движения A, B, C, D . Квадратами на рисунке 1 обозначены условные сигналы светофора, регулирующие движение на перекрестке.

Закрашенный квадрат соответствует зеленой фазе светофора. Незакрашенный квадрат соответствует красной фазе светофора.

В разработанной модели используем следующие обозначения числа ТС в очереди перед перекрестком: N_A, N_B, N_C, N_D . По каждому из направлений значения N_A, N_B, N_C, N_D определяют длину очереди в заданных направлениях перед светофором.

Затор ТС обуславливается длиной очереди. Чем больше длина очереди, тем больше времени ТС проведет перед перекрестком. Поэтому для преодоления затора необходимо предусмотреть возможность сокращения длины очереди, начиная с направления (направлений) с максимальным значением длины очереди.

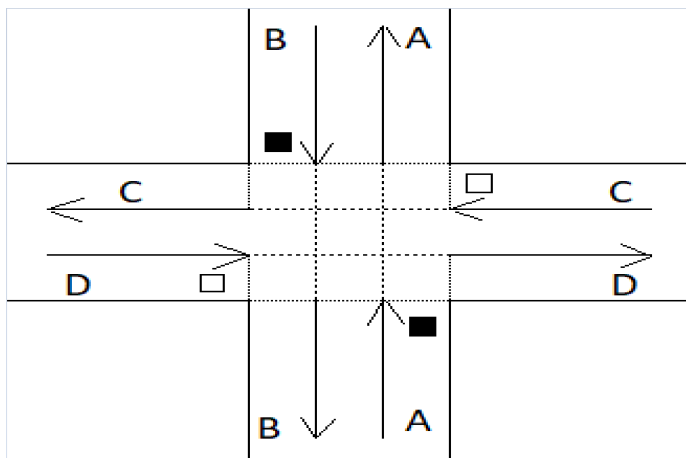


Рисунок 1 – Перекресток с направлениями движения A, B, C, D

Такая возможность может быть предоставлена, если увеличить продолжительность зеленой фазы светофора в направлении с максимальной длиной очереди пропорционально значению длины этой очереди. При этом светофор в цикле своего функционирования продолжит обслуживать все остальные направления перекрестка, назначая время зеленой фазы для них пропорционально значению длины очереди в этих направлениях.

Перекресток, изображенный на рисунке 1, предусматривает одновременный проезд перекрестка ТС на зеленый сигнал светофора с двух направлений: A и B или C и D . Поэтому определение длительности зеленой фазы светофора зависит от значений длины очереди, представляющих собой каждую пару направлений:

$$N_{AB} = \max \{N_A, N_B\}, N_{CD} = \max \{N_C, N_D\}. \quad (1)$$

Временные интервалы длительности зеленых фаз светофора в направлениях AB и CD обозначаем как T_{AB} и T_{CD} .

Если через T обозначить значение временного интервала полного цикла работы светофора, в течение которого для данного случая реализуется проезд перекрестка ТС сначала с направлений A и B или C и D (или наоборот), то

$$T_{AB} + T_{CD} = T, \quad (2)$$

где T является постоянной величиной для управления на перекрестке, рассматриваемом отдельно, и переменной, когда управление реализуется с учетом ситуаций на других перекрестках (системные контроллеры).

Значения T_{AB} и T_{CD} , как составные значения T , выбираем пропорционально значениям длин очередей в соответствующих направлениях:

$$T_{AB} = \frac{N_{AB}}{N_{AB} + N_{CD}}, T_{CD} = \frac{N_{CD}}{N_{CD} + N_{AB}}. \quad (3)$$

Такой выбор значений T_{AB} и T_{CD} удовлетворяет равенству (2) и обеспечивает адаптивный характер управления процессом пропуска ТС через перекресток, поскольку значение длительностей зеленых фаз светофора (3) определяется с учетом длин очередей в каждом цикле функционирования светофора, что сопряжено с уменьшением заторов.

Динамика изменения ситуации на перекрестке в каждом цикле функционирования светофора характеризуется двумя основными процессами: уменьшением очередей в результате проезда ТС перекрестка в период зеленых фаз светофора для данных направлений и увеличением очередей в результате прибытия новых ТС.

Процесс увеличения очередей имеет стохастический характер. Случайный поток новых ТС, прибывающих в очередь в период зеленой фазы работы светофора, удовлетворяет свойствам однородности, отсутствию последействия и стационарности. В связи с этим этот поток является самым простым (Пуассоновским) [6].

При этом для более адекватного учета характеристик стационарности предлагаем суточный период функционирования светофора разбить на части, каждая из которых характеризуется определенным постоянным значением математического ожидания числа новых ТС, прибывающих в очередь.

Таким образом, процесс прибытия новых ТС в очередь предлагаем отразить несколькими кривыми распределения случайного числа новых ТС, прибывающих в очередь, каждая из которых соответствует частям суток работы светофора и характеризуется определенным значением параметра закона Пуассона, равным, как известно, значению математического ожидания.

На рисунке 2 изображен пример нескольких многоугольников распределения случайной величины n числа ТС, прибывающих в некоторый интервал времени μ , которая может принимать целые неотрицательные значения $0, 1, 2, \dots, m, \dots, n$.

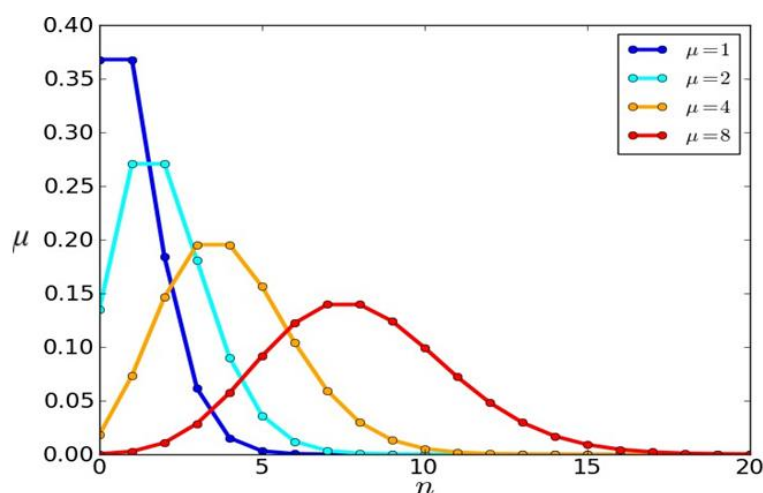


Рисунок 2 – Распределение случайных величин, заданных своими многоугольниками с различными параметрами

Каждый из рассматриваемых многоугольников случайной величины, распределенной по закону Пуассона, отвечает определенному значению параметра a , который равен значению математического ожидания случайной величины. При этом индекс параметра μ на ри-

сунке 2 соответствует индексу части суток работы светофора.

$$P_m = \frac{a^m}{m!} P_m = \frac{a^m}{m!} e^{-a}, \quad (4)$$

где m – это число событий, которое нас интересует;

a – среднее количество событий за единицу времени (или объема);

e – математическая константа, основание натурального логарифма.

Чем больше значение a , тем выше вероятность наступления события. В контексте закона Пуассона m обычно представляет собой случайную величину, обозначающую количество событий за определенный период времени или в определенном объеме пространства. В формуле (4) значение переменной e используется для нормализации распределения, чтобы сумма вероятностей всех возможных значений m равнялась 1.

Для определения конкретного значения случайной величины выбираем определенную кривую закона распределения, исходя из момента времени суток, и далее реализуем известную процедуру жеребьевки [7].

Реализация процедуры жеребьевки позволяет определить значение числа новых ТС, прибывающих в очередь в цикле T работы светофора по направлениям A, B, C, D . Далее эти значения обозначаются как N_A, N_B, N_C, N_D и используются для коррекции значений длин очередей $N_A^i, N_B^i, N_C^i, N_D^i$ по направлениям, которые рассматриваются.

Такая коррекция определяет процесс изменения очередей за счет прибытия новых ТС в течение цикла работы светофора и выражается рекуррентным соотношением:

$$N_a^i = N_a^{i-1} + N_a^i, (i \in \overline{1, I}; a \in A, B, C, D), \quad (5)$$

где i – индекс текущего цикла работы светофора;

I – общее количество циклов работы светофора в сутках;

a – индекс рассматриваемых направлений.

Изменение ситуации на перекрестке в рассматриваемом цикле работы светофора, как отмечалось, характеризуется также процессом уменьшения очередей за счет проезда перекрестка ТС за временные интервалы зеленых фаз работы светофора T_{AB}^i и T_{CD}^i .

Значения T_{AB}^i и T_{CD}^i определяются по выражению (3) на основе длины очередей по направлениям A, B, C, D в предыдущий $(i-1)$ -й цикл работы светофора:

$$T_{AB}^i = \frac{N_{AB}^{i-1}}{N_{AB}^{i-1} + N_{CD}^{i-1}} T^{i-1};$$

$$T_{CD}^i = \frac{N_{CD}^{i-1}}{N_{AB}^{i-1} + N_{CD}^{i-1}} T^{i-1}. \quad (6)$$

Для определения числа ТС, проезжающих перекресток, и интервалов T_{AB}^i и T_{CD}^i необходимо воспользоваться выражениями, определяющими динамику движения ТС через перекресток.

К таким выражениям относится дифференциальное уравнение движения ТС в одном ряду с учетом задержки [8]:

$$\frac{d^2 x(t + \tau)}{dt^2} = \alpha_i \left(\frac{dx_{k-1}}{dt} - \frac{dx_k(t)}{dt} \right), \quad (7)$$

где $x_k(t)$ – положение k -го ТС, $x_k(t-1)$ – положение $(k-1)$ -го ТС, которое движется перед k -м в направлении x в момент времени t ;

τ – задержка, с которой водитель k -го ТС реагирует на изменение скорости $(k-1)$ -го ТС, движущегося перед ним x ;

α_i – коэффициент чувствительности размерности [1/сек].

Другим способом выражения динамики проезда ТС перекрестка является использование соотношений, определяющих перемещение тел при равноускоренном и равномерном движении [8].

Реализация этого способа предполагает использование характеристик очереди перекрестка для рекомендованного скоростного режима при движении ТС в один ряд через перекресток и при подъезде к нему.

На рисунке 3 представлена очередь ТС перед перекрестком как последовательность участков $k \in 1$, длиной l , где k – порядковый номер ТС в очереди, а длина l включает среднестатистическую длину ТС в очереди и рекомендуемую дистанцию между ТС в очереди.

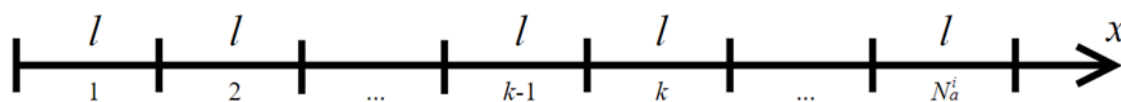


Рисунок 3 – Распределение случайной величины с различными параметрами

Стрелка на рисунке 3 показывает направление движения ТС при включении зеленого сигнала светофора. Предположим, что движение всех ТС, образующих очередь, после включения зеленой фазы светофора по соответствующим направлениям T_A^i реализуется в два этапа – сначала равноускоренное на участке пути движения ТС в очереди длиной S' в течение интервала времени Δt , а затем равномерное, после достижения ТС некоторой рекомендованной (установленной) скорости V . Отметим, что указанные параметры движения удовлетворяют хорошо известному соотношению $V = 2S / \Delta t$ при условии, что начальная скорость равна 0 для всех ТС в очереди [8].

Также предположим, что начало движения каждого последующего ТС в очереди по отношению к предыдущему ТС реализуется с задержкой τ . Таким образом, если первое в очереди ТС ($k=1$) начинает движение в момент времени $t=0$, то ТС с индексом $k>1$ в очереди начинает движение в момент $t=(k-1)\tau$.

ТС в начале очереди могут начать пересечение перекрестка на этапе равноускоренного движения, не достигнув рекомендованной скорости V , с которой выполняется равномерное движение. Число таких ТС определяем значением индекса $k_1 = \max\{1, N_a^i\}$, для которого выполняется соотношение:

$$\forall k \in \overline{1, k_1} (k-1)l \leq S, T_a^i - (k-1)\tau \geq \Delta t. \quad (8)$$

Если окажется, что $k_1 = N_a^i$, то все ТС в очереди могут начать пересечение перекрестка, реализуя лишь равноускоренное движение.

Если $k_1 < N_a^i$, то ТС в очереди, которые имеют индексы $k > k_1 + 1$, могут начать пересечение перекрестка, реализуя два вида движения – равноускоренное, а за ним равномерное, после достижения скорости V . Таким образом, движение ТС с индексами $k \in k_1 + 1, N_a^i$ реализуется сначала как равноускоренное с ускорением a в течение времени Δt .

Затем, после преодоления расстояния S , реализуется равномерное движение со скоростью V , которое может продолжаться в течение времени $(T_a^i - (k-1)\tau - \Delta t) > 0$. За это вре-

мя k -е ТС преодолевает расстояние $V = (T_a^i - (k-1)\tau - \Delta t)$.

Число ТС, которые могут начать пересечение перекрестка, реализуя два вида движения, определяется значением индекса $k_2 = \max\{1, N_a^i\}$, для которого выполняется соотношение:

$$\forall k \in \overline{k_1 + 1, N_a^i} \quad (k-1)l \leq S + V(T_a^i - (k-1)\tau - \Delta t). \quad (9)$$

Пусть, например, на одном из направлений перекрестка α в i -м цикле работы светофора образовалась очередь из 15 ТС, т. е. $N_a^i = 15$. Продолжительность зеленой фазы светофора в направлении α , которая рассчитана на основе (6), определяется значением $T_a^i = 20$ сек. Статистически определено, что $l = 7$ м. Другие указанные выше параметры имеют следующие значения: $S = 20$ м, $\Delta t = 4$ с, $V = 10$ м/с, $\tau = 1$ с.

Изначально, на основе соотношения (8), определяется значение $k_1 = 3$, т. е. только первые три ТС из очереди могут начать пересечение перекрестка, реализуя только равноускоренное движение.

Поскольку $k_1 < N_a^i$, то переходим к определению k_2 на основе соотношения (9). Для рассматриваемого примера $k_2 = 11$.

Таким образом из 15 ТС, образующих очередь, 11 ТС могут начать пересечение перекрестка, совершая равноускоренное и равномерное движение. При этом первые три из 11 могут начать пересечение перекрестка, реализуя только равноускоренное движение.

Значения числа транспортных средств, определяемых индексами по формулам (8) и (9), k_1 и k_2 для каждого направления перекрестка в цикле функционирования светофора, обозначенные как $k_1^i(a)$ и $k_2^i(a)$, позволяют окончательно скорректировать длину очереди перед рассмотрением следующего $(i+1)$ -го цикла:

$$N_a^i = \begin{cases} N_a^i - k_1^i(a), & \text{если } k_1^i(a) = N_a^i \\ N_a^i - k_2^i(a), & \text{если } k_2^i(a) = N_a^i \end{cases}. \quad (10)$$

После коррекции значений N_a^i на основе (10) повторяются действия, связанные с определением длин очередей, длительностей зеленых фаз светофора по направлениям перекрестка на основе выражений (4), (5), реализуемых на следующем $(i+1)$ -м цикле работы светофора.

Выводы

Разработана математическая модель алгоритма функционирования работы микропроцессорного контроллера светофора, который обеспечивает оперативное и адекватное отображение ситуаций на перекрестках. Характерные черты данной модели алгоритма заключаются в быстром отклике на изменения ситуации на перекрестке, посредством корректировки длительности зеленого сигнала в каждом цикле работы светофора, основываясь на длине очереди автомобилей в определенном направлении, что позволяет адекватно учитывать внешние условия.

Список литературы

1. Адаптивное управление светофорными объектами. – Текст : электронный // Спецдорпроект : [сайт]. – URL: <https://www.spetsdor.ru/cases/adaptivnoe-upravlenie-svetofofnymi-obektami/> (дата обращения: 25.11.2024).
2. Адаптивная система управления светофорами теперь работает на 10 перекрестках Кемерово. – Текст : электронный // Дром : [сайт]. – 2014. – 11 дек. – URL: <https://news.drom.ru/30855.html> (дата обращения: 17.10.2023).

3. Антониади, Г. Д. Анализ модели задержки автотранспорта М. Дж. Бэкманна / Г. Д. Антониади, В. О. Архипов, А. А. Цуприков // Транспорт: наука, техника, управление. – 2019. – № 2. – С. 61–64.
4. В Петербурге 163 светофора оснастят адаптивным режимом управления. – Текст : электронный // Аргументы и факты : [сайт]. – URL: <https://spb.aif.ru/city/event/1441754> (дата обращения: 25.11.2024).
5. Алгоритмы адаптивного регулирования светофорной сигнализации. – Текст : электронный // Fandom : [сайт]. – URL: <http://surl.li/aysmg> (дата обращения: 12.04.2024).
6. Емелин, А. Распределение и формула Пуассона / А. Емелин. – Текст : электронный // Mathprofi : [сайт]. – URL: http://mathprofi.ru/raspredelenie_i_formula_puassona.html (дата обращения: 28.09.2024).
7. Билялов, Р. Ф. Теория вероятностей и математическая статистика. Лекционный курс и практические занятия / Р. Ф. Билялов. – 2-е изд. испр. и доп. – Казань : Изд-во Казанского государственного университета, 2004. – 138 с.
8. Геворкян, Э. А. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом : учебно-методический комплекс / Э. А. Геворкян. – Москва : Евразийский открытый институт, 2011. – 155 с.

А. Г. Федорченко, П. В. Дробный
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Модель алгоритма функционирования циклов светофора
на перекрестках транспортной сети

Предметом исследования является разработка математической модели построения алгоритма функционирования светофора, обеспечивающего адаптивное управление транспортными средствами на перекрестках городской транспортной сети. В процессе функционирования городских транспортных сетей возникают такие явления, как заторы транспортных средств (ТС), которые приводят к значительным экономическим потерям, ухудшению экологии, фрустрации участников дорожного движения и другим видам негативных воздействий. Заторы часто возникают в узлах городской транспортной сети, которые являются перекрестками – местами пересечения, примыкания или разветвления дорог городской сети одного уровня. Одной из причин возникновения заторов является неэффективное управление транспортными потоками на перекрестках, что обеспечивается таким элементом перекрестка как светофор. В рамках существующей транспортной сети светофоры, реализующие адаптивное управление с помощью соответствующих локальных контроллеров, и создаваемых на их основе более сложных системных контроллеров, обеспечивающих учет ситуации во внешней среде, которая представлена несколькими взаимосвязанными перекрестками, в настоящее время является одним из важнейших направлений решения проблем заторов. Функцию управления потоками светофор реализует с помощью микропроцессорного контроллера, который, согласно заданному алгоритму, переключает цвета светофора, соответствующие фазам разрешения и запрета движения ТС по направлениям дорог перекрестка.

В статье предлагается математическая модель для построения алгоритма функционирования микропроцессорного контроллера светофора, который обеспечивает оперативное и адекватное отображение ситуаций на перекрестках. К основным особенностям модели относится оперативность реагирования на изменение ситуаций на перекрестке путем изменения продолжительности разрешительной фазы движения в каждом цикле функционирования светофора пропорционально длине очереди транспортных средств в соответствующем направлении движения; адекватное отображение внешней среды несколькими выражениями закона Пуассона, отличающимися различными значениями параметров, каждый из которых соответствует определенному суточному интервалу функционирования светофора; динамика изменения дорожной ситуации, обусловленная уменьшением числа транспортных средств в очереди за счет проезда перекрестка транспортными средствами в период зеленой фазы светофора, которая определяется на основе выражений, определяющих перемещение тел при равноускоренном и равномерном движении, а также на основе дифференциального уравнения динамики движения транспортных средств в одном ряду с учетом задержки, обусловленной реакцией водителей.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, СВЕТОФОР, АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ПЕРЕКРЕСТОК, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО

A. G. Fedorchenko, P. V. Drobnyi
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Algorithm Model for the Operation of Traffic Light Cycles at the Transport Network Intersections

The subject of the research is the mathematical model development for constructing an algorithm of the traffic light operation, providing adaptive control of vehicles at intersections of the urban transport network. In the process of functioning of urban transport networks, such phenomena as traffic jams of vehicles arise, which lead to significant economic losses, environmental degradation, frustration of road users and other types of negative impacts. Traffic jams

often occur at nodes of the urban transport network that are intersections – places where roads of the urban network of the same level intersect, join or branch off. One of the reasons of traffic jams is the ineffective management of traffic flows at intersections, which is ensured by such an element of the intersection as a traffic light. Within the existing transport network, traffic lights implementing adaptive control with the help of corresponding local controllers and more complex system controllers created on their basis, taking into account the situation in the external environment, which is represented by several interconnected intersections, are currently one of the most important areas for solving congestion problems. The traffic light's flow control function is implemented using a microprocessor controller, which, according to a given algorithm, switches the colours of the traffic light corresponding to the phases of permission and prohibition of vehicle movement in the directions of the intersection roads.

The article gives a mathematical model for constructing an algorithm for the operation of a microprocessor traffic light controller, which ensures prompt and adequate display of situations at intersections. The main features of the model include the prompt response to changing situations at the intersection by changing the duration of the permissive phase of movement in each cycle of the traffic light operation in proportion to the length of the queue of vehicles in the corresponding direction of movement; adequate display of the external environment by several expressions of the Poisson law, differing in different parameter values, each of which corresponds to a certain daily interval of traffic light operation; the dynamics of changes in the traffic situation caused by a decrease in the number of vehicles in a queue due to vehicles passing through an intersection during the green phase of the traffic light, which is determined on the basis of expressions that define the movement of bodies during uniformly accelerated and uniform motion, as well as on the basis of the differential equation for the dynamics of the movement of vehicles in one row, taking into account the delay caused by the reaction of drivers.

MATHEMATICAL MODEL, TRAFFIC LIGHT, MICROCONTROLLER, ADAPTIVE CONTROL, INTERSECTION, SOFTWARE

Сведения об авторах:

А. Г. Федорченко

SPIN-код: 4105-0754
Телефон: +7 (949) 355-7-388
Эл. почта: fedorchenko@adi-donntu.ru

П. В. Дробный

Телефон: +7 (949) 704-76-72
Эл. почта: allianceworld@yandex.ru

Статья поступила 11.09.2024

© А. Г. Федорченко, П. В. Дробный, 2024

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

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.7/.8

Т. В. Скрыпник, канд. техн. наук¹, В. В. Губа, канд. техн. наук²,
Л. Н. Третьякова²

1 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный
университет (МАДИ)», г. Москва

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

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ДОРОГИ

С каждым годом растут требования к оценке качества имеющейся сети автомобильных дорог, и наиболее актуальными вопросами становятся разработка, создание и внедрение новейших методов мониторинга состояния автомобильных дорог. Цель мониторинга автомобильных дорог состоит в своевременном получении точной, полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог, а также об изменении условий их работы. На основе мониторинга выполняется оценка фактического технического состояния автомобильных дорог на соответствие нормативным требованиям документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства.

Ключевые слова: сеть автомобильных дорог, транспортно-эксплуатационное состояние дороги, оценка качества автомобильной дороги, мониторинг автомобильных дорог, цифровая модель дороги

Введение

Национальный проект РФ «Безопасные качественные дороги» включает федеральный проект «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» [1], который предусматривает до конца 2024 года создание цифровых моделей автомобильных дорог (участков автомобильных дорог) общего пользования, федерального, регионального или межмуниципального значения. Данный проект содержит, в том числе, и актуализированную информацию о проведенной диагностике автомобильных дорог, а также об оценке состояния дорог (участков автомобильных дорог).

Постановка проблемы

Автомобильные дороги новых субъектов Российской Федерации общей протяженностью 1039 км по Постановлению Правительства РФ от 14.06.2023 г. перешли в ведение Росавтодора со статусом федеральных: А-258 автомобильная дорога М-4 «Дон» – Кантемировка – Луганск и Р-150 Белгород – Старобельск – Луганск – Донецк – Мариуполь [2].

Автомобильная дорога Р-150 по транспортному коридору Е 40 соединяет г. Дебальцево, а затем по транспортному коридору Е 50 города Донецк, Волноваха и Мариуполь, тем самым обеспечивая транспортировку грузов и перевозку пассажиров к мариупольскому морскому порту и аэропорту.

Кроме перечисленных дорог, в федеральную дорожную сеть войдут дороги ДНР и ЛНР. За счет этого будут продлены существующие дороги: А-260 Волгоград – Каменец-Шахтинский – граница Луганской Народной Республики – до г. Луганск (новое название: Р-260 Волгоград – Каменец-Шахтинский – Луганск) и А-280 Ростов-на-Дону – Таганрог –

граница Донецкой Народной Республики – Симферополь (новое название: Р-280 «Новороссия» Ростов-на-Дону – Мариуполь – Мелитополь – Симферополь). На территориях новых регионов будет сформирована сеть федеральных дорог общей протяженностью 1300,5 км. Вновь образованные дороги переданы под оперативное управление ФКУ ПРДОР «Новороссия». Эксплуатирующая организация данных дорог определила для себя первоочередную задачу оценить транспортно-эксплуатационное состояние и составить инструментально обоснованные планы по реконструкции, ремонту и содержанию, а также формированию цифровых моделей автомобильных дорог [2].

Повышение уровня транспортно-эксплуатационного состояния существующих автомобильных дорог, в свою очередь, гарантирует безопасность движения и повышение качества жизни населения новых регионов России.

Из средств федерального бюджета в 2020 году было выделено 1204,4 млрд руб. для финансирования дорожного хозяйства Российской Федерации. По данным Росавтодора, было выявлено 54,2 % автомобильных дорог (участков дорог) общего пользования, федерального, регионального, а также межмуниципального значения, которые не соответствуют нормативным требованиям.

Анализ публикаций

Для обеспечения нормативного транспортно-эксплуатационного качества автомобильных дорог необходимо вначале оценить состояние имеющейся дорожной сети с использованием инновационных технологий лазерного сканирования. Данными технологиями выполняют измерения линейно-протяженных объектов, которые производятся с движущегося автомобиля со скоростью от 10 до 90 км/ч в зависимости от требуемой плотности измерения «облако точек». Высокочастотный лазерный дальномер, установленный на вращающемся основании («лазерная головка»), производит тысячи измерений и формирует разрез окружающего пространства в одной плоскости [3, 4].

Создание цифровой модели автомобильной дороги предусматривает применение современных методов диагностики и механизмов передачи полученных результатов в Федеральную Государственную информационную систему контроля за формированием и использованием средств дорожных фондов (ФГИС СКДФ), т. е. позволяет проводить обоснованное выделение денежных средств, а также своевременный контроль за их использованием.

Цель исследования

Анализ цифровой модели дороги, которая позволяет оценить жизненный цикл автомобильной дороги в режиме реального времени.

Основной материал

Цифровая модель дороги (ЦМД) позволяет правильно оценивать жизненный цикл автомобильной дороги, проводить распределение и контроль выделяемых средств в разные фазы цикла, определять эффективность их использования в режиме реального времени, т. е. внедрять планирование и автоматизацию процессов принятия управленческих решений.

Для существующих автомобильных дорог новых субъектов Российской Федерации создание такой ЦМД является первостепенной необходимостью. Созданию ЦМД предшествуют полевые работы, при проведении которых выполняется сбор, систематизация и анализ исходных данных о фактическом состоянии и условиях эксплуатации автомобильной дороги. Инструментальная оценка технического состояния дороги позволяет обосновать необходимые технические средства, а также порядок их предоставления [4].

После проведения инструментальной оценки производится компьютерная обработка полученной информации, на основании которой возможно составление технического пас-

порта автомобильной дороги. Составленный технический паспорт дороги в конечном итоге позволяет создать ЦМД для СКДФ. Кроме этого, ЦМД можно использовать для разработки комплексных схем организации дорожного движения, а в дальнейшем для создания инфраструктуры, используемой для движения беспилотных транспортных средств.

Создание ЦМД традиционными способами требует значительных финансовых и временных затрат, при этом не исключены технические ошибки. Необходимость периодического проведения диагностических обследований (дважды в год) требует использовать иные способы создания ЦМД.

С учетом перспективы использования собранных данных по автомобильной дороге желательно на этапе диагностики выполнить дополнение по географическим координатам с точностью не более 1 м. Данное дополнение обусловлено требованием точности, предъявляемым к топографическим планам масштаба 1:2000. На этапе выполнения диагностики автомобильных дорог координатная привязка объектов возможна. В дальнейшем это позволит интегрировать полученные данные в геоинформационные системы и использовать при последующем проектировании.

Для осуществления современных методов диагностики, а также механизмов передачи полученных результатов в систему СКДФ можно применять передвижные дорожные лаборатории и системы мобильного лазерного сканирования.

В Российской Федерации регулярно проводятся сопоставительные испытания передвижных дорожных лабораторий и систем лазерного сканирования [3, 4]:

- в 2012 году Государственной компанией «Автодор» на автомобильной дороге М-4 «Дон»;
- в 2014 году по заказу Федерального дорожного агентства на территории полигона НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» в Дмитровском районе Московской области;
- в 2019 году при содействии Федерального казенного учреждения «Управление федеральных автомобильных дорог «Черноморье»» Федерального дорожного агентства на участке автомобильной дороги А-146 Краснодар – Верхнебаканский с км 109+500 по км 113+100, расположенном в Крымском районе Краснодарского края.

Основными критериями, которые учитываются при проведении сопоставительных испытаний, являются:

1. Оценка точности определения пространственного положения (плановое и высотное положение) объектов (элементы обустройства, дефекты и др.) по фото-, видеоизображениям и точкам лазерного сканирования.
2. Оценка точности определения параметров геометрических элементов автомобильной дороги (длина участка дороги, ширина дорожного покрытия, площадь дорожного покрытия).

Для обеспечения единства измерений на обследуемых участках дорог, предварительно устанавливались опорные геодезические сети, которые определяли координаты пунктов временного закрепления с использованием спутниковой геодезической аппаратуры в режиме «Быстрой статики», к сети постоянно действующих референчных станций. Точность определения координат исходных пунктов составляла 15–30 мм, что соответствует требуемой точности для выполнения съемок масштаба 1:500, принятая система координат WGS (37 северная зона проекции UTM), модель геоида EGM 2008 [5]. Кроме этого был проложен тахеометрический ход с одновременной съемкой контрольных точек на проезжей части и за пределами дорожного полотна, измерены недоступные объекты.

Мобильное лазерное сканирование позволяет проводить полевые измерения с высокой скоростью и подробностью. Применение новейших разработок позволяет получать абсолютную точность положения объектов на уровне 2,5–3 см. Аналогичную точность можно получить электронными тахеометрами или ГНСС-оборудованием, однако скорость получения информации при помощи указанных приборов в несколько сот раз меньше.

Применение же мобильного сканирования позволяет выполнять достоверные измерения

в кратчайшие сроки. Например, измерение дороги длиной в 100 км занимает один полевой день. Скорость измерений на уровне нескольких миллионов точек в секунду позволяет получать плотное «облако точек» при высоких скоростях движения. Плотность сканирования составляет: при скорости движения 40 км/ч – 4 см; при скорости движения 110 км/ч – 10 см. Такая детальность и подробность получения данных позволяет сократить время полевых измерений и свести к минимуму необходимость повторных выездов на объект. Позволяет облегчить распознавание объектов при камеральных условиях, а также создавать цифровые модели рельефа и местности с высокой детализацией.

Рассматриваемая система может эффективно применяться для получения пространственной информации при решении следующих задач:

- проведение инженерных изысканий для строительства и реконструкции автомобильных дорог;
- создание паспорта автомобильной дороги, включая ведомости дорожных объектов на данной дороге;
- определение параметров геометрических элементов дороги (длина участка, ширина и площадь дорожного покрытия, поперечная ровность и т. д.);
- получение актуальной информации о состоянии дорожного полотна с выявлением повреждений и дефектов, выделением площадей для локального текущего ремонта, а также получением оценки колейности дорожного полотна;
- построение трехмерной модели дорожной сети для создания цифровых копий транспортной инфраструктуры;
- съемка развязок, мостов, эстакад для проведения мониторинга, определения состояния инженерного оборудования и создания их трехмерных моделей;
- определение объемов выработки при добыче полезных ископаемых, мониторинг просадки грунта и других изменений на открытых карьерах;
- мониторинг склонов в местах, где возможны процессы схода горных пород;
- проектирование новых и модернизация существующих трубопроводов;
- мониторинг зарастания просек, кадастровый учет и определение охранных зон;
- съемка с маломерных водных судов, плотин, ГЭС, гидроузлов, шлюзов, причальных стенок с одновременным получением данных о глубине, определение территорий под затопление при проектировании объектов гидроэнергетики;
- съемка подстанций и распределительных узлов ЛЭП;
- съемка ЛЭП для уточнения зоны залесенности в зонах, закрытых для полетов, или в ситуациях, когда полеты невозможны;
- обнаружение и анализ негабаритов высоковольтных линий, определение центров опор, их отклонения от вертикальной оси, обнаружение повреждений элементов опор;
- съемка железнодорожных путей для создания цифровых моделей пути, определения фактических значений геометрических параметров железнодорожной инфраструктуры, мониторинг состояния путей, проектирования и реконструкции дорожных объектов;
- съемка тоннелей для целей мониторинга и оценки технического состояния, в том числе с возможностью получения тепловизионных изображений (рисунок 1).

По окончании сопоставительных испытаний лучшими были признаны Дорожная лаборатория ДБК-05 ООО «НПО Регион» (рисунок 1) и системы для мобильного картографирования: Trimble MX9 (рисунок 2), PrinCe Alpha 3D (рисунок 3).

На основании вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Анализ дорожных условий новых регионов показал необходимость в применении системы мобильного картографирования и дорожных лабораторий.
2. Поскольку стандартные передвижные дорожные лаборатории не всегда обеспечивают достаточную точность координатной привязки, получить минимальную погрешность при

определении координат и высот можно при использовании системы CHC Navigation Alpha 3D, а при использовании системы АГМ-МС7 можно определить параметры геометрических элементов автомобильной дороги.



Рисунок 1 – Дорожная лаборатория ДВК-05 ООО «НПО Регион»



1 – блок траекторных измерений, включающий спутниковый приемник и инерциальный датчик; 2 – лазерный сканер-профайлер; 3 – панорамная фотокамера

Рисунок 2 – Система мобильного картографирования Trimble MX9



Рисунок 3 – Система мобильного картографирования Trimble MX9, установленная на легковом автомобиле

3. Комплексная передвижная дорожная лаборатория ДВК-05, оснащенная измерительным оборудованием для определения транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильной дороги и системами мобильного лазерного сканирования, предоставляет

возможность совмещения результатов диагностики автомобильной дороги и получения пространственной информации в цифровом виде для одновременного создания цифровой модели автомобильной дороги.

4. Применение данного комплекса будет использоваться постоянно, ввиду необходимости проведения большого объема диагностических работ.

5. Применение передвижной дорожной лаборатории, оснащенной системой лазерного сканирования, позволит значительно уменьшить трудозатраты и повысить качество получаемой информации, в том числе с удаленных или труднодоступных объектов.

6. В перспективе следует рассматривать возможность применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга инфраструктуры автомобильных дорог, а также расширение возможностей использования сетей 5G для мобильной системы коммуникаций автодорожной сети.

Заключение

В ходе анализа выявлено, что приоритетным направлением в развитии методов контроля за состоянием объектов дорожно-транспортной инфраструктуры является цифровая модель автомобильных дорог. Данная модель позволит своевременно принимать решения, направленные на поддержание высокого уровня эксплуатационного качества автомобильных дорог в режиме реального времени.

Список литературы

1. Паспорт федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства». Приложение 1. – Текст : электронный // Министерство транспорта Российской Федерации : официальный сайт. – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/9759> (дата обращения: 14.03.2024).
2. Хуснуллин, М. Две новых федеральных трассы / М. Хуснуллин, Р. Новиков // Дороги России XXI века. Изд. Гос. службы дор. хоз-ва М-ва трансп. РФ. – 2023. – № 4(136). – С. 4–5.
3. Технический отчет по результатам сопоставительных испытаний лабораторий мобильного лазерного сканирования. – Москва : Автодор, 2013. – 40 с.
4. 3–5 сентября по заказу Федерального дорожного агентства на территории полигона НАМИ в Московской области проводилось масштабные сопоставительные испытания оборудования, предназначенного для оценки основных транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. – Текст : электронный. – URL: <https://rosavtodor.ru/eye/page/84/6685> (дата обращения: 17.06.2020).
5. ГОСТ 32869-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению топографо-геодезических изысканий : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 июня 2014 г. № 45) : введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2015 г. : введен впервые // разработан ФГУП «РОСДОРНИИ». – Москва : Стандартинформ, 2016. – 44 с.

Т. В. Скрыпник¹, В. В. Губа², Л. Н. Третьякова²

1 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный университет (МАДИ)», г. Москва

2 – Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Мониторинг состояния сети автомобильных дорог с использованием

цифровой модели дороги

Федеральный проект «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства», входящий в национальный проект «Безопасные качественные автомобильные дороги», предусматривает создание цифровых моделей автомобильных дорог (участков автомобильных дорог) общего пользования, федерального, регионального или межмуниципального значения. В данном проекте собрана и актуализирована вся информация о проведенной диагностике автомобильных дорог с указанием оценки ее состояния.

Цифровая модель дороги позволит в полном объеме оценивать жизненный цикл автомобильной дороги, провести распределение выделяемых средств и выполнить за ними контроль, определить эффективность их

использования в режиме реального времени. Перед созданием цифровой модели дороги необходимо выполнить полевые работы по сбору, анализу и систематизации данных о фактическом состоянии и условиях эксплуатации автомобильной дороги. После выполненных полевых работ выполняют компьютерную обработку полученной информации и составляют технический паспорт автомобильной дороги. Созданный технический паспорт дороги ложится в основу создания цифровой модели дороги, которая в дальнейшем может быть использована для создания инфраструктуры, используемой для движения беспилотных транспортных средств.

СЕТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ДОРОГИ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ, МОНИТОРИНГ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ДОРОГИ

T. V. Skrypnik¹, V. V. Guba², L. N. Tretiakova²

1 – Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Moscow

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

Monitoring the Road Network Condition Using Innovative Technologies

The federal project «System-wide measures for the development of the road facilities» is a part of the national project «Safe high-quality roads» provides for the creation of digital models of public roads (sections of highways) of federal, regional or inter-municipal significance. This project will collect and update all information about the diagnostics of roads with an indication of the assessment of their condition.

The digital model of the road will allow to fully assess the life cycle of the roads, to distribute the allocated funds and monitor them, to determine the effectiveness of their use in real time. Before creating a digital road model, it is necessary to perform the field work on collecting, analyzing and systematizing data on the actual condition and operating conditions of the road. After the field work is completed, computer processing of the information received is performed and a technical passport of the road is compiled. The created technical passport of the road forms the basis for creating a digital model of the road, which can later be used to create an infrastructure used for the movement of unmanned vehicles.

ROAD NETWORK, TRANSPORT AND OPERATIONAL CONDITION OF THE ROAD, ROAD QUALITY ASSESSMENT, MONITORING OF ROADS, ROAD DIGITAL MODEL

Сведения об авторах:

Т. В. Скрыпник

SPIN-код РИНЦ: 2966-5060
Author ID: 866532
Телефон: +7 906 188-07-52
Эл. почта: skrypnik_tv@rambler.ru

В. В. Губа

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

Л. Н. Третьякова

SPIN-код РИНЦ: 9623-0647
Телефон: +7 949 372-17-82
Эл. почта: luda-tret@mail.ru

Статья поступила 01.04.2024

© Т. В. Скрыпник, В. В. Губа, Л. Н. Третьякова, 2024

Рецензент: Л. Н. Морозова, канд. техн. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.06

Е. Н. Свечкаренко¹, Т. В. Трусова¹, И. И. Гомаль, канд. техн. наук²

1 – Государственное бюджетное учреждение «ДОНГИПРОШАХТ», г. Донецк

2 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЛИКВИДАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Рассмотрены существующие и перспективные направления снижения вредного воздействия породных отвалов на окружающую среду. Установлено, что в настоящее время, с учетом сложившейся ситуации, наиболее реально и целесообразно осуществлять переработку породы отвалов, как техногенных месторождений, для улучшения экологической обстановки региона и максимального извлечения полезных компонентов для дальнейшего использования в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова: породные отвалы, экологическая обстановка, техногенные месторождения, переработка отходов угледобычи

Состояние проблемы

В настоящее время в Донецкой Народной Республике породное хозяйство только ликвидированных шахт и обогатительных фабрик представлено 156 отвалами, общей вместимостью 222553 тыс. м³ с занятием земельных площадей 829,55 га. Породные отвалы оказывают неблагоприятное воздействие на экологическую обстановку региона и являются активными источниками загрязнения воздушной среды, почв, грунтовых и подземных вод.

Накопление, складирование отходов горнодобывающей промышленности на отвалах сопровождается выбросом многочисленных токсичных соединений в атмосферу. Горящие отвалы выделяют в атмосферу множество ядовитых газов – сероводород, диоксиды серы и азота, бензол, оксиды азота и углерода и ряд других парниковых газов [1].

В основном склоны отвалов имеют большую крутизну, что способствует смыву потоками талых и ливневых вод до 400 м³/га в год породы на прилегающие территории, а ветровая эрозия приводит к выносу более 150 т/год породы с гектара его поверхности, при этом рассеивание вредных веществ по розе ветров достигает 3 км [2].

Породы отвалов при взаимодействии с воздухом и выпадающими осадками окисляются, ядовитые продукты окисления смываются в гидрографическую сеть, а также проникают в грунтовые воды, загрязняя их [3].

Проблема ликвидации негативных экологических последствий от терриконов возникла сразу же после начала добычи угля и волнует ученых и производителей всех угледобывающих стран. В западных странах огромные штрафы вынуждают предприятия не выдавать породу на поверхность, а оставлять ее в выработанном пространстве шахт, серьезно заниматься предотвращением и ликвидацией экологического ущерба. В нашей стране законодательство не достаточно стимулирует предприятия заниматься этой проблемой. Например, на шахте им. Бажанова плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в пределах установленных лимитов и штрафные санкции за выброс сверх предельно допустимых концентраций в 2012 г. были сопоставимы со стоимостью трех вагонов угля. Возникает риторический вопрос – будет ли шахта заниматься экологией или ей проще заплатить.

Наряду с негативным воздействием на окружающую среду, породные отвалы в то же время являются ценным источником вторичного сырья, которое можно достаточно эффективно использовать в различных отраслях.

Цель исследования

Разработка комплексного подхода к оценке и решению экологических проблем, вызванных породными отвалами и обоснование направлений переработки их, как техногенных месторождений, для улучшения экологической обстановки региона и максимального извлечения полезных компонентов для дальнейшего использования в различных отраслях промышленности.

Анализ последних исследований и публикаций

Исследования воздействия процесса негативного воздействия терриконов на окружающую среду достаточно глубоко и последовательно изучены, обобщены в научной литературе. Данной проблеме посвящен ряд научных работ зарубежных ученых – С. Дандина, З. Рожанского, Я. Безика, Я. М. Некки, М. Джима Хендри, М. Марциш [3–7], а также отечественных исследователей – Л. Г. Зубовой, А. Р. Зубова, Н. В. Олейника, С. П. Высоцкого, В. Е. Закруткина, Е. В. Гибкова, В. В. Шаповалова, С. З. К. Калаевой [8–14] и других.

Однако в этих работах исследования в основном посвящены одному конкретному вопросу, отсутствует комплексный подход к решению проблемы снижения экологического ущерба, вызванного деструктивным воздействием породных отвалов на окружающую среду.

Изложение основного материала

Несмотря на кажущуюся внешнюю схожесть, каждый террикон является уникальным. Поэтому необходимо, на наш взгляд, использовать комплексный подход к его оценке и идти по нескольким направлениям ликвидации негативного воздействия терриконов на экологию:

1. Оценить техническое состояние террикона:
 - где расположен террикон (в городской черте или за городом);
 - является террикон действующим или нет;
 - по горению (горящие, угасающие, погасшие, негоревшие);
 - по наличию или отсутствию необходимости проведения горнотехнического этапа рекультивации;
 - степень окисления горной породы в нем;
 - расстояние, на котором расположены объекты от террикона;
 - минералогический состав пород отвала в зависимости от степени метаморфизма добываемого угля и свойств вмещающих пород;
2. Оценить степень негативного воздействия, наносимого окружающей среде (воздух, поверхностные и подземные воды, почва и растительность).
3. Определить максимальный экологический ущерб, наносимый терриконом окружающей среде и выбрать наиболее неотложный фактор, который необходимо нейтрализовать в первую очередь.
4. Изучить существующие и перспективные методы решения поставленных задач, выбрать наиболее эффективные и учитывающие реальные условия.
5. Провести технико-экономическую оценку выбранных технологий.
6. Разработать организационно-технологические мероприятия – определить источник финансирования, наличие технологии и оборудования, методы и способы рекультивации.
7. Определить приоритетные направления использования породы отвалов, например, если в породах отвала имеются редкоземельные элементы в количестве достаточном для их экономически выгодного извлечения, то естественно использовать породы для отсыпки балластного слоя при строительстве дорог явно нецелесообразно.

Рассмотрим более подробно наиболее перспективные, на наш взгляд, методы снижения экологического ущерба от терриконов (рисунок).

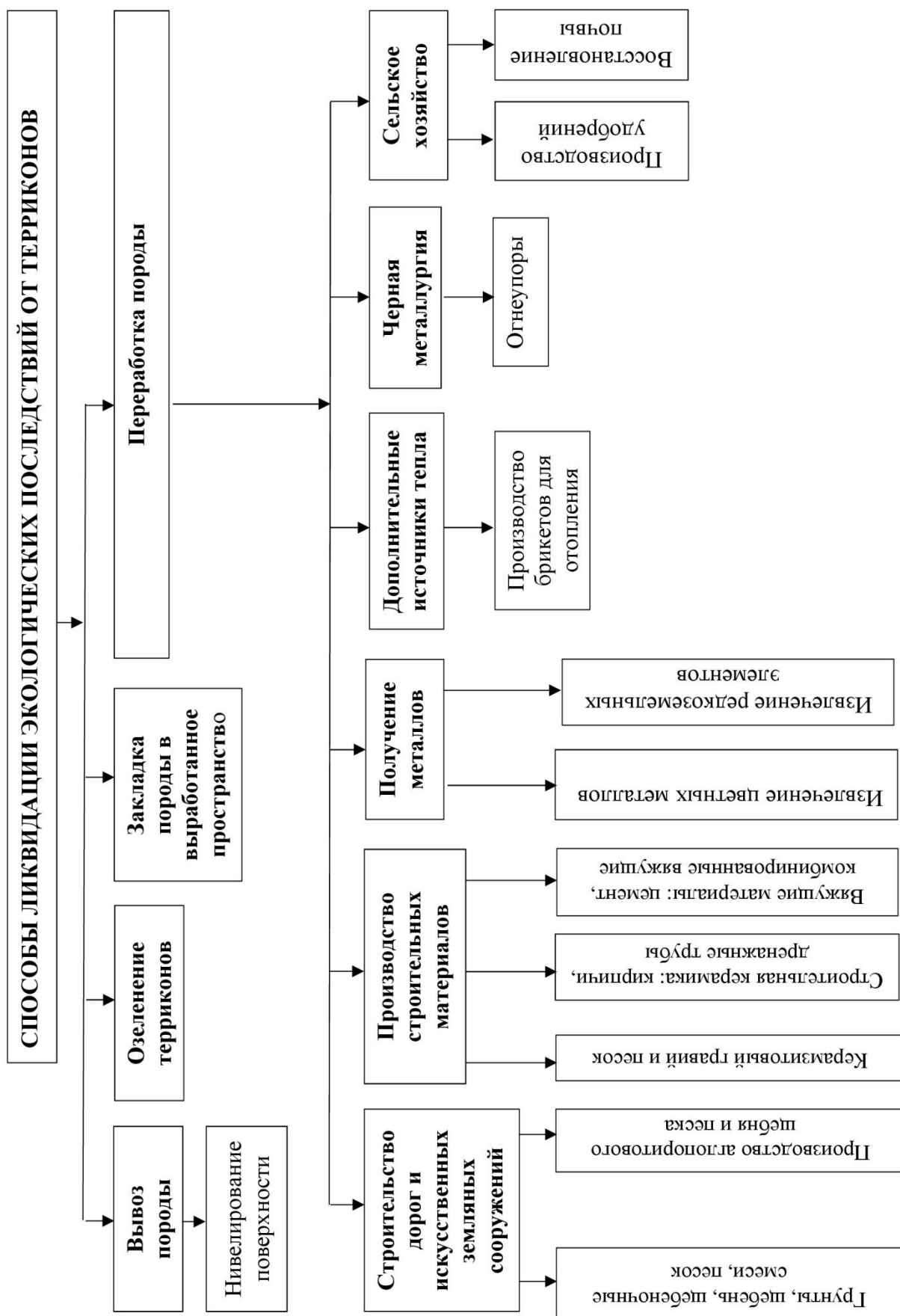


Рисунок – Укрупненная структурная схема способов ликвидации экологических последствий от терриконов

Самым действенным способом ликвидации терриконов, который решает практически все возникшие экологические проблемы, является вывоз породы с них за пределы города, в балки и овраги, для нивелирования поверхности с последующей ее рекультивацией. При этом снижается размер экологической платы за размещение отходов производства, высвобождаются значительные площади дефицитной и дорогой земли в городской среде. Стоимость 1 га земли в Донецке в зависимости от района колеблется от 171 400 до 975 100 \$ и составляет в среднем по городу 434 400 \$ [15]. Площадь под терриконами составляет около 1000 га, а с учетом санитарно-защитной зоны, которая согласно действующему законодательству должна быть вокруг террикона шириной 500 м, эта площадь значительно увеличивается. Таким образом за счет продажи высвободившихся территорий можно получить около 360 млн долларов и возратить ценные земельные площади в народное хозяйство [15]. При восстановлении экономики Донбасса стоимость и востребованность земельных ресурсов будет неуклонно возрастать.

В Донецке уже был некоторый положительный опыт ликвидации терриконов, несколько жилых домов и общественных зданий в центре города были построены на территории бывших терриконов. Порода терриконов была использована при строительстве скоростной объездной дороги.

Однако вывоз породы сопряжен с большими финансовыми издержками, необходимостью привлечения огромного числа автомобилей. Большегрузные автомобили практически уничтожают дороги по пути следования и существенно затрудняют логистику городского транспорта. Кроме того, происходит интенсивное запыление территории возле террикона и по пути следования автомобилей.

В работах [9, 16–18] утверждается, что наиболее эффективным направлением оптимизации терриконовых ландшафтов в городской среде является лесная рекультивация. С этим трудно не согласиться. При озеленении поверхности отвалов дефляция практически прекращается; пыль поглощается насаждениями; появляется возможность зарегулирования поверхностного стока и предотвращения эрозионных процессов; происходит замедление процессов горения, так как корни деревьев удерживают влагу осадков, без которой невозможно окисление пирита расположенных ниже слоев, влага проникает неглубоко, т. е. увлажняет только верхний перегоревший слой; позволяет восстановить энергетический баланс и биологическую продуктивность пахотных земель вокруг отвалов до уровня естественной [9].

Имеется незначительный положительный опыт работы в данном направлении. Согласно, данным ДОД ГК Укруглеструктуризации [15], насчитывается всего 24 полностью и 10 частично залесенных отвалов, расположенных в городах Донецк, Макеевка, Торез. Это связано с огромными подготовительными организационно-технологическими мероприятиями: необходима предварительная горнотехническая рекультивация терриконов, завоз грунта, заготовка саженцев специальных пород деревьев и т. д. Кроме того, озеленение на горящих отвалах, которых хотя и меньшинство (около 15 %), существенно затруднено. Но самое главное, лесные насаждения растут несколько лет, а иногда надо снизить негативное экологическое влияние отвалов, как говорится «здесь и сейчас».

Теоретически породу отвалов можно использовать в качестве закладного материала, однако технологические транспортные цепочки шахт запроектированы для выдачи угля и породы из шахты. Поэтому для спуска закладного материала в шахту необходимо реконструировать оборудование, перестраивать логистику, что весьма затратно и практически невозможно в условиях действующего предприятия без его остановки. Кроме того, в связи с массовым закрытием угольных шахт объем выработанного пространства действующих шахт, в которое можно закладывать породу, значительно меньше объема накопленных породных отвалов.

Вывоз и озеленение бесспорно являются самыми эффективными направлениями борьбы с экологическим ущербом от терриконов. Однако для вывоза нужны огромные фи-

нансовые ресурсы и их возможно привлечь только при острой необходимости – или нужна площадь под строительство особо важных объектов, или необходимо предотвратить катастрофические экологические последствия. Реально такие средства можно получить только от заинтересованных крупных инвесторов или государственного бюджета. Озеленение требует также существенных финансовых затрат и самое главное – положительный эффект можно получить в сравнительно далекой перспективе.

Таким образом, в настоящее время, с учетом сложившейся ситуации, эти направления, как и использование породы отвалов в качестве закладного материала, в ближайшей перспективе осуществить практически невозможно. Поэтому, на наш взгляд, с учетом сложившейся ситуации целесообразно осуществлять переработку породы отвалов, реализовывать полученную продукцию и на полученные средства осуществлять экологические мероприятия. Стоимость утилизации терриконов будет определяться стоимостью конечной продукции, получаемой из породы отвалов. При этом целесообразно привлекать к этой работе малые и средние предприятия, как более гибкие и позволяющие быстро начать производство.

Переработка породных отвалов является также одним из направлений диверсификации производства ликвидированных шахт, обеспечивающих освоение новых видов производств на базе техногенных месторождений. Огромные запасы техногенного сырья в породных отвалах, разработка которых является гораздо менее затратной по сравнению с добычей полезных ископаемых, позволяют сделать вывод о перспективности их разработки.

Однако необходимо комплексно подходить к выбору технологии переработки отвалов. В соответствии с минералогическим составом породы вначале необходимо определить наличие всех полезных компонентов. Для полного их извлечения, снижения затрат и получения максимального экономического эффекта необходимо определить последовательность выполнения таким образом, чтобы не потерять другие полезные компоненты.

Кроме того, очень часто для одной технологии, например, извлечение угля, необходимо дробление породы, грохочение, сепарирование, обезвоживание – эти все или отдельные операции необходимы и для других технологий. Правильное планирование порядка применения выбранных технологий переработки отвалов позволит сэкономить средства на выполнение данных подготовительных операций.

И только после извлечения всех возможных полезных компонентов оставшуюся пустую породу можно уже использовать для менее ответственных направлений – дорожное строительство, нивелирование земной поверхности и т. д.

Породу отвалов возможно использовать в качестве энергетического сырья. Согласно разным источникам [8, 12] в породных отвалах находится 12–25 % органического углерода. Разработаны различные технологии, позволяющие утилизировать отходы угольной промышленности и перерабатывать их в топливо. Учеными Донецкого национального технического университета предложена обогатительная мини-фабрика, представляющая собой технологический комплекс, состоящий из вибрационных грохотов и сепараторов, которую можно размещать непосредственно у шахтных отвалов [19]. В Национальном горном университете (г. Днепропетровск) предложен способ окускования топлива органического происхождения и установка для его реализации [20], позволяющие формировать из углеотходов топливные брикеты, имеющие высокие теплоэнергетические (2000–4500 кДж/кг) и механические свойства. Работы в данном направлении ведутся и в других угледобывающих странах, например, в Польше есть разработки по извлечению угля из породных отвалов [7].

Породы угольных отвалов предлагается также применять в сельском хозяйстве. В их состав входят необходимые растениям микроэлементы В, Zn, Ni, Mo, Mn, Cu, Co и органические вещества, позволяющее получать комплексное удобрение, повышающее биологическую активность почв и способствующее росту и развитию растений [9]. Авторы предлагают отвальные породы отнести к органоминеральному сырью, которое можно эффективно использовать в сельском хозяйстве для восстановления кислых и подверженных эрозии почв.

Породные отвалы угольных шахт Донбасса являются техногенными месторождениями полезных ископаемых, в них содержатся цветные, редкие и благородные металлы, в том числе также достаточно высокое содержание Al, Ga, Ge, Bi и т. д. В работах [8, 21] установлено, что в породных отвалах содержится до 25 % глинозема, сырья для производства алюминия, проведен анализ существующих и предложена новая технология извлечения глинозема из техногенных месторождений с низким содержанием алюминия.

Ценными и потенциально-ценными элементами, которые находятся в составе породных отвалов, являются германий, галлий, свинец, молибден, никель, кобальт, олово, цинк, радиоактивные элементы и др. Содержание большинства этих компонентов обычно близко к кларковым значениям и согласно инструкции [22] определены как «малые» элементы, которые подразделяются на:

- малые, с их содержанием в полезных ископаемых – 1000–10 г/т;
- редкие – 10–0,1 г/т;
- ультраредкие – менее 0,1 г/т.

Угольные месторождения формировались при различных условиях. Это отразилось на накоплении и распределении ценных элементов в залежах угля различной степени метаморфизма. Поскольку метаморфизм угля и породы тесно связаны, степень метаморфизма угля служит критерием метаморфизма вмещающих пород. Соответственно отвалы, которые отсыпаются из вмещающих пород, можно классифицировать по степени метаморфизма как слабо-, средне-, и сильнометаморфизированные [8]. В зависимости от степени метаморфизма в породе отвалов отмечается различное содержание компонентов. В слабометаморфизированных породах, как правило, отмечается более высокое содержание ценных компонентов в сравнении с сильнометаморфизированными породами. Содержание малых компонентов является основой для технико-экономического обоснования их промышленного извлечения.

В ГБУ «ДОНГИПРОШАХТ» сохранены уникальные архивы, что позволило провести детальный анализ технических характеристик терриконов, их минералогического состава и наметить направления переработки. Целесообразность извлечения ценных и потенциально ценных компонентов рассмотрим на примере типичных для Донбасса породных отвалов Торезско-Снежнянского района: № 2 и № 3 шахты № 3-бис; № 4 шахты № 9; № 2 шахты им. К. И. Киселева и отвала ЦОФ «Снежнянская». Рассматриваемые отвалы являются недействующими и расположены с соблюдением санитарно-защитной зоны до жилой застройки, следовательно, их переработка не окажет непосредственного негативного влияния на здоровье населения прилегающих территорий. В соответствии с паспортами породных отвалов эксплуатация их была прекращена от 10 до 60 лет назад.

Содержание ценных и потенциально ценных компонентов в рассматриваемых породных отвалах приняты на основании отчетов геологических исследований шахт [23–26].

Для обоснования извлечения малых химических компонентов из породных отвалов рассматривается количественная оценка их содержания, которая является одним из критериев оценки технико-экономической целесообразности их извлечения при переработке породных отвалов. Оценка использования породы как промышленного сырья должна содержать в себе экономическую и экологическую составляющие, предполагающую снижение ущерба природной среде [15]. Содержание малых элементов, определяющее целесообразность их извлечения, принято согласно инструкции [22] и приведено в таблице, анализ которой показывает, что содержание германия в породе данных отвалов составляет от 0,83 до 1,4 г/т. В соответствии с протоколом Государственной комиссии по запасам № 1476-к [23] промышленное значение для извлечения германия имеют энергетические угли только марок «Г» и «Д» с содержанием германия не менее 10 г/т.

Галлий добывается исключительно вместе с германием и представляет практический интерес при его содержании не менее 10 г/т при условии, что содержание германия больше 5 г/т.

Таблица – Содержание ценных и потенциально ценных компонентов в анализируемых породных отвалах

Наименование и обозначение элементов	Содержание компонентов отходов угледобычи и углепереработки, г/т				
	Отвалы № 2 и № 3 шахты № 3-бис	Отвал № 4 шахты № 9	Отвал № 2 шахты им. К. И. Киселева	Отвал ЦОФ «Снежная»	Содержание малых элементов, определяющее целесообразность их извлечения
Литий, Li	25,7	31	49,75	31	100
Бериллий, Be	2	2	1,93	2	50
Бор, B	55,7	–	–	–	200
Титан, Ti	4285,7	4367	963,00	4367	4500 (кларк)
Ванадий, V	95,71	97	28,25	97	100
Хром, Cr	107,1	99	25,00	99	100
Марганец, Mn	1157,1	726	595,25	726	1000
Кобальт, Co	15,7	20	14,00	20	100
Никель, Ni	50	54	30,50	54	100
Медь, Cu	75,7	60	30,50	60	100
Цинк, Zn	75,7	99	48,50	99	100
Галлий, Ga	8,3	–	8,38	–	20
Германий, Ge	1,4	–	0,83	–	10
Мышьяк, As	–	–	191,67	–	300
Свинец, Pb	19,3	30	18,75	30	50
Вольфрам, W	< 3	–	3,00	–	50
Висмут, Bi	1,84	1,8	1,65	1,8	20
Ниобий, Nb	17,9	18	3,50	18	100
Молибден, Mo	1,76	2,1	3,00	2,1	100
Олово, Sn	3,7	6,8	3,20	6,8	50
Цирконий, Zr	–	214	79,50	214	500
Иттербий, Yb	2,7	2,9	–	2,9	Количественное изучение производится совместно для La, Y, Yb, Ce, Sc. $\Sigma \geq 500$
Скандий, Sc	7,3	6,8	5,75	6,8	
Лантан, La	14,3	17	13,75	17	
Иттрий, Y	19,3	19	27,00	19	
Церий, Ce	< 30	–	–	–	
Барий, Ba	471,4	537	151,50	537	1000
Стронций, Sr	< 300	–	–	–	1000
Серебро, Ag	0,14	0,3	0,03	0,3	50
Кадмий, Cd	< 2	–	–	–	10
Сурьма, Sb	< 50	–	–	–	300
Золото, Au	< 30	–	–	–	0,1
Ртуть, Hg	0,035	–	0,12	–	1–0,5
Индий, In	< 10	–	–	–	10
Таллий, Tl	< 10	–	–	–	10
Фтор, F	–	–	79,00	–	500

Анализ содержания малых элементов (германий, галлий, скандий, молибден, цинк, свинец и др.) в предлагаемых к переработке породных отвалах Торезско-Снежнянского района показал, что при добыче высокометаморфизированных углей марки «А» количество ценных и потенциально-ценных компонентов значительно меньше содержания, определяющего целесообразность их извлечения и поэтому в данный момент не имеет промышленного значения. Поэтому их целесообразно использовать для производства строительных материалов и дорожного строительства.

Выводы

Необходимо комплексно подходить к оценке породных отвалов, выбору всех возможных способов ликвидации экологического ущерба и технологий переработки породы отвалов и последовательности их применения.

Переработка породных отвалов является эффективным методом снижения экологической нагрузки на окружающую среду и одновременно источником сырья для различных отраслей промышленности. Она должна производиться с обоснованием извлечения из породы всех полезных компонентов: угольной составляющей, сырья для стройиндустрии и других отраслей народного хозяйства с учетом целесообразности извлечения редкоземельных элементов, находящихся в их составе. Такой подход, положенный в основу освоения техногенных месторождений, позволит перейти к рациональному природопользованию с обеспечением взаимосвязей разных экологических и социально-экономических факторов, результатом которого станет снижение негативного влияния последствий деятельности горных предприятий на окружающую среду.

Список литературы

1. The origin of GHG's emission from self-heating coal waste dump: Atmogeochemical interactions and environmental implications / M. Górka, Ya. Bezyk, D. Strapoć, Ja. Nęcki. – Текст : электронный // International Journal of Coal Geology. – 2022. – V. 250. – 103912 p. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.coal.2021.103912> (дата обращения: 15.07.2024).
2. Высоцкий, С. П. Экологический мониторинг породных отвалов горнопромышленных агломераций / С. П. Высоцкий, Д. А. Козырь // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332, № 11. – С. 37–46. – DOI: 10.18799/24131830/2021/11/2964.
3. Welch, Ch. The geochemistry and hydrology of coal waste rock dumps: A systematic global review / Ch. Welch, S. Lee Barbour, M. Jim Hendry. – Текст : электронный // The Science of the Total Environment. – 2021. – Vol. 795. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.148798. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34247080/> (дата обращения: 15.07.2024).
4. A review on the geotechnical response of fly ash-colliery spoil blend and stability of coal mine dump / Sh. Dandin, M. Kulkarni, M. Wagale, S. Sathe. – Текст : электронный // Cleaner Waste Systems. – 2022 – Vol. 3. – 100040 p. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100040> (дата обращения: 15.07.2024).
5. Róžański, Z. Management of mining waste and the areas of its storage environmental aspects / Z. Róžański. – Текст : электронный // Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management. – 2019. – Vol. 35, Issue 3. – P. 119–142. – DOI: 10.24425/gsm.2019.128525 (дата обращения: 15.07.2024).
6. Marcisz, M. Possibilities of reclamation and using of large-surface coal mining dumping grounds in Poland / M. Marcisz, K. Probiez, Ł. Gawor. – Текст : электронный // Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management. – 2020. – Vol. 36, Issue 1. – P. 105–122. – URL: <https://gsm.min-pan.krakow.pl/pdf-119899-48682?filename=Possibilities%20of.pdf> (дата обращения: 15.07.2024).
7. Coal recovery from a coal waste dump / Zenon Róžański, Tomasz Suponik, Piotr Matusiak [et al.]. – Текст : электронный // E3S Web of Conferences. – 2016. – Vol. 8. – URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2016/03/e3sconf_mec2016_01052/e3sconf_mec2016_01052.html (дата обращения: 15.07.2024).
8. Получение металлов из терриконов угольных шахт Донбасса : монография / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, К. И. Верех-Белоусова, Н. В. Олейник. – Луганск : Изд-во ВГУ им. В. Даля, 2012. – 144 с. – ISBN 978-966-590-946-0.
9. Зубова, Л. Г. Терриконы и их лесная рекультивация : монография / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, А. А. Зубов. – Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2022. – 372 с. – ISBN 978-5-6045498-3-4.
10. Угледобывающие районы как очаг экологической напряженности / В. Е. Закруткин, Е. В. Гибков, Г. Ю. Складенко, О. С. Решетняк // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия

«Естественные науки». – 2018. – № 2(198). – С. 75–83.

11. Терриконы углепромышленных районов Донбасса как источник воздействия на окружающую среду / В. Е. Закруткин, Л. Г. Зубова, Е. В. Гибков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия «Естественные науки». – 2017. – № 3-1(195-1). – С. 69–75.
12. Терриконы : монография / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, А. А. Зубов [и др.]. – Луганск : Ноулидж, 2015. – 712 с. – ISBN 978-617-579-953-6.
13. Шаповалов, В. В. Ресурсосберегающая технология утилизации породных отвалов горнодобывающих производств / В. В. Шаповалов, Д. А. Козырь // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334, № 4. – С. 175–184. – DOI 10.18799/24131830/2023/4/3965.
14. Породные отвалы угольных шахт России / С. З. К. Калаева, С. М. Богданов, Н. О. Лукин, А. А. Огер // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2016. – № 1. – С. 3–23.
15. Хоменко, Я. В. Оценка проблемы терриконов Донбасса / Я. В. Хоменко, А. С. Солдатова // Економічний вісник Донбасу. – 2015. – № 1(39). – С. 12–19.
16. Зубова, Л. Г. Лесная рекультивация терриконов / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, А. А. Зубов // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 64–73.
17. Проблемы рекультивации угольных шахт Донбасса / М. З. Мадаева, Е. А. Хадзарагова, В. Б. Келехсаев, А. С. Олисаев // Устойчивое развитие горных территорий. – 2019. – Т. 11, № 1(39). – С. 55–64. – DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-1-55-64.
18. Жуков, С. П. Древесные растения на породных отвалах Донецко-Макеевской городской агломерации / С. П. Жуков // Экобиотех. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 412–417. – DOI: 10.31163/2618-964X-2020-3-3-412-417.
19. Разработка донецких ученых позволит добывать до 12 % угля из переработанной породы терриконов. – Текст : электронный // Донецкое агентство новостей : [сайт]. – 2015. – 21 сент. – URL: <https://dan-news.ru/culture/razrabotka-doneckix-uchenyx-pozvolit-dobyvat-do-12-uglya-iz-pererabotannoj-porody-terrikonov/?ysclid=ly5xartewa373992356> (дата обращения: 15.07.2024).
20. Патент № 2333938 Российская Федерация, МПК C10L 5/08 (2006.01), B30B 11/22 (2006.01). Способ окускования топлива органического происхождения и установка для его реализации : № 2005126491/04 : заявл. 22.08.2005 : опубл. 27.02.2007 / П. И. Пилов, В. И. Бондаренко, В. И. Мальченко [и др.]. – Текст : электронный ; заявитель Национальный горный университет (UA), Научно-исследовательский институт горных проблем (UA). – 7 с. // Yandex.ru : [сайт]. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2333938C2_20080920 (дата обращения: 15.07.2024).
21. Шаповалов, В. В. Ресурсосберегающая технология комплексной утилизации отвалов угледобывающих производств с получением глинозема и вяжущих материалов / В. В. Шаповалов, Д. А. Козырь // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2021. – № 5(151). – С. 54–60.
22. Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. – Москва : Наука, 1987. – 136 с.
23. Отчет о разведке месторождений антрацита. Разведка и переоценка запасов антрацита полей шахт № 3-бис, «Объединенная», № 2 и № 43 ГХК «Торезантрацит» / ПО «Укруглегеология». Госрегистрация № У-99-36/10 – Донецк, 2003. – Книга 1. – 244 с.
24. Геологический отчет о доразведке резервного блока шахты № 9 и полей шахт № 4, 24 комбината «Торезантрацит» / Главное управление геологии и технического бурения / Трест шахтной геологии и технического бурения / Западноантрацитовское управление. Госрегистрация № 39-74-10/2. – Донецк, 1971. – 316 с.
25. Геологический отчет о доразведке поля резервного блока шахты им. К. И. Киселева ПО «Торезантрацит» / ПО «Укруглегеология» / Западноантрацитовская ГРЭ. Госрегистрация № 39-79-10/1. – Донецк, 1978. – 211 с.
26. Геологический отчет о переоценке запасов антрацита поля шахты им. К. И. Киселева ПО «Торезантрацит» / ПО «Укруглегеология» / Западноантрацитовская ГРЭ. Госрегистрация № 39-86-16/1. – Донецк, 1987. – Книга 1. – 242 с.

Е. Н. Свечкаренко¹, Т. В. Трусова¹, И. И. Гомаль²

**1 – Государственное бюджетное учреждение «ДОНГИПРОШАХТ», г. Донецк
2 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Комплексный подход к ликвидации экологического ущерба от породных отвалов
угольных шахт**

Породные отвалы оказывают неблагоприятное воздействие на экологическую обстановку региона и являются активными источниками загрязнения воздушной среды, почв, грунтовых и подземных вод. Рассмотрены существующие и перспективные направления снижения вредного воздействия породных отвалов на окружающую среду. Наряду с негативным воздействием на окружающую среду, породные отвалы в то же время являются ценным источником вторичного сырья, которое можно достаточно эффективно использовать в различных отраслях промышленности. Предложен комплексный подход к оценке технического состояния терриконов,

степени их негативного воздействия на окружающую среду, приоритетных направлений использования породы отвалов. Установлено, что в настоящее время, с учетом сложившейся ситуации, наиболее реально и целесообразно осуществлять переработку породы отвалов, как техногенных месторождений, для улучшения экологической обстановки региона и максимального извлечения полезных компонентов для дальнейшего использования. Необходимо комплексно подходить к выбору технологии переработки отвалов. В соответствии с минералогическим составом породы вначале необходимо определить наличие всех полезных компонентов. Для полного их извлечения, снижения затрат и получения максимального экономического эффекта необходимо определить последовательность выполнения работ таким образом, чтобы не потерять другие полезные компоненты. Породные отвалы угольных шахт Донбасса являются техногенными месторождениями полезных ископаемых, в них содержатся цветные, редкие и благородные металлы, в том числе ценные и потенциально-ценные элементы: германий, галлий, свинец, молибден, никель, кобальт, олово, цинк, радиоактивные элементы и др. Такой подход, положенный в основу освоения техногенных месторождений, позволит перейти к рациональному природопользованию с обеспечением взаимосвязей разных экологических и социально-экономических факторов, результатом которого станет снижение негативного влияния последствий деятельности горных предприятий на окружающую среду.

ПОРОДНЫЕ ОТВАЛЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, ТЕХНОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ

E. N. Svechkarenko¹, T. V. Trusova¹, I. I. Gomal²

1 – State Budget Institution «DONGIPROSHAHT», Donetsk

2 – Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

«Donetsk National Technical University», Donetsk

Integrated Approach to the Environmental Damage Elimination from Coal Mine Waste Dumps

Rock dumps have an adverse impact on the ecological situation of the region and are active sources of air, soil, ground and groundwater pollution. Existing and promising directions for reducing the harmful effects of rock dumps on the environment are considered. Along with the negative impact on the environment, rock dumps are at the same time a valuable source of secondary raw materials that can be used quite effectively in various industries. The integrated approach to assessing the technical condition of waste heaps, the degree of their negative impact on the environment, and priority areas for the use of waste dump rocks is proposed. It is established that at present, taking into account the current situation, it is most realistic and expedient to process dump rocks as technogenic deposits in order to improve the environmental situation of the region and maximize the extraction of useful components for further use. It is necessary to take a comprehensive approach to the choice of waste processing technology. In accordance with the mineralogical composition of the rock, it is first necessary to determine all useful components. To fully extract them, reduce costs and obtain maximum economic effect, it is necessary to determine the sequence of execution in such a way as not to lose other useful components. Rock dumps of Donbass coal mines are technogenic deposits of minerals, they contain non-ferrous, rare and noble metals, including valuable and potentially valuable elements: germanium, gallium, lead, molybdenum, nickel, cobalt, tin, zinc, radioactive elements and etc. This approach, which forms the basis for the development of technogenic deposits, will make it possible to move to rational use of natural resources, ensuring the interrelationships of various environmental and socio-economic factors, which will result in a reduction in the negative impact of the consequences of mining enterprises on the environment.

ROCK DAMPS, ECOLOGICAL CONDITION, TECHNOGENIC DEPOSITS, COAL MINING WASTE PROCESSING

Сведения об авторах:

Е. Н. Свечкаренко

Телефон: +7 949 320-58-28
Эл. почта: elena.svechkarenko@rambler.ru

Т. В. Трусова

Телефон: +7 949 419-02-60
Эл. почта: tatikkv@mail.ru

И. И. Гомаль

SPIN-код РИНЦ: 1496-5099
ORCID ID: 0000-0002-6730-4899
Телефон: +7 949 320-59-14
Эл. почта: ivan.gomal.77@mail.ru

Статья поступила 16.07.2024

© Е. Н. Свечкаренко, Т. В. Трусова, И. И. Гомаль, 2024

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

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 656.13.072.6

С. А. Легкий, канд. экон. наук

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

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ

Проведен анализ существующих подходов к оценке привлекательности городских автобусных маршрутов, определены их преимущества и недостатки. Предложена методика оценки привлекательности указанных маршрутов, учитывающая уровень удовлетворенности пассажирами отдельными показателями привлекательности маршрутов, а также устанавливающая качественный уровень привлекательности при помощи «функции желательности» Е. Харрингтона.

Ключевые слова: городской автобусный маршрут, методика разработки маршрута, оценка привлекательности маршрута, показатели привлекательности маршрута, удовлетворенность пассажиров, функция желательности Харрингтона

Постановка проблемы

В современных рыночных условиях главным условием обеспечения выживаемости пассажирских автотранспортных предприятий, получения ими желаемой прибыли, достижения экономической стабильности и высокой конкурентоспособности является предоставление пассажирам наиболее привлекательных автобусных маршрутов, чем у конкурентов. Однако оценка этой привлекательности вызывает у руководителей предприятий множество вопросов.

Поэтому проблема обоснования методики оценки привлекательности городских автобусных маршрутов для пассажиров является очень актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций

Анализ последних исследований и публикаций по вопросам оценки привлекательности товаров, услуг и других объектов [1–5] показал, что ученые не имеют единой точки зрения относительно методики оценки этой привлекательности.

Так, И. К. Беляевский [1] предлагает оценивать привлекательность товара по коэффициенту привлекательности:

$$K_{пр} = \frac{P_{\text{чист.выр}}}{Z_{\text{полн}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{чист.выр}}$ – чистая выручка от реализации товара;

$Z_{\text{полн}}$ – полные затраты на производство и транспортировку товара.

Однако отношение чистой выручки от реализации товара к полным затратам на производство и его транспортировку по своей сущности представляет собой рентабельность затрат, которая в большей степени отражает эффективность деятельности предприятия, чем привлекательность производимых им товаров. В свою очередь, привлекательность товара представляет собой совокупность его свойств, показателей, качественных и других характеристик, которые рентабельность затрат абсолютно не отражают.

В своей работе С. Г. Демченко [2] приводит метод оценки привлекательности продукта,

основанный на непосредственном анализе удовлетворенности потребителя характеристиками продукта фирмы. Сущность этого метода заключается в том, что потребитель продукции должен ответить, в какой степени он удовлетворен отдельной характеристикой (свойством) продукта и продуктом в целом. Недостатком этого метода является то, что потребителю трудно выбрать базу для сравнения оцениваемого продукта, и если ему не задать какие-либо критерии удовлетворенности продуктом, он не сможет объективно определить свою степень удовлетворенности продуктом.

Большинство авторов [2–5], понимая под понятием привлекательности объектов большую совокупность свойств, показателей, качественных и других характеристик, отражающих различные аспекты объектов и имеющие различную размерность, предлагают оценивать привлекательность при помощи методов рейтинговой оценки.

Так, Т. В. Мацибора [3] считает, что для определения инвестиционной привлекательности продукции сельскохозяйственных предприятий целесообразно использовать методику рейтинговой оценки. Однако какой именно из методов рейтинговой оценки необходимо использовать и его сущность (технология) автор в своей работе не приводит.

В [4] Т. С. Колмыкова считает, что инвестиционную привлекательность организации необходимо оценивать при помощи балльного метода. Сущность метода заключается в экспертной оценке ведущими специалистами параметров, входящих в рейтинговую оценку инвестиционной привлекательности. При этом предварительно разрабатывается балльная оценка (шкала) параметров инвестиционной привлекательности. Рейтинг устанавливается как сумма баллов экспертов по каждому из параметров инвестиционной привлекательности. Критерием формирования рейтинга выступает максимум суммы баллов по всем показателям.

Преимуществом данного метода является простота применения. Недостатками метода является субъективизм метода, вызванный использованием качественной оценки показателей, а также суммирование показателей, имеющих различную размерность и, по сути, не допускающих суммирование (например, для привлекательности автобусного маршрута суммирование показателей: техническая скорость, коэффициент вместимости автобуса и коэффициент регулярности перевозок).

Авторы С. А. Панков [5], С. Г. Демченко [2] предлагают использовать для оценки привлекательности метод сравнительной рейтинговой оценки, но подходы при этом разные.

Так, С. А. Панков [5] считает, что модель формирования аналитической оценки инвестиционной привлекательности предприятия должна состоять из следующих этапов:

- 1) проведение анализа сильных и слабых сторон предприятия с точки зрения процесса инвестирования;
- 2) выбор показателей, характеризующих преимущества и недостатки инвестирования его деятельности;
- 3) прогнозирование ключевых показателей с учетом предполагаемой стратегии развития предприятия;
- 4) расчет относительных уровней положительных и отрицательных показателей развития;
- 5) определение вклада каждого показателя в формирование стратегии предприятия в форме весов;
- 6) расчет индекса инвестиционной привлекательности предприятия в текущем и прогнозном периодах;
- 7) факторный анализ инвестиционной привлекательности предприятия.

При этом индекс инвестиционной привлекательности предприятия автор предлагает определять по формуле

$$ИПИ = \frac{ИП}{ИО}, \quad (2)$$

где $ИП$ – индекс положительных сторон развития предприятия;

$ИО$ – индекс отрицательных сторон развития предприятия.

Индекс положительных сторон развития предприятия определяется по формуле

$$ИП(ИО) = \sqrt[n]{I_1^{n_1} \cdot I_2^{n_2} \cdot \dots \cdot I_i^{n_i}}, \quad (3)$$

где I – индексы положительных или отрицательных показателей развития предприятия;

i – количество показателей;

n – веса показателей.

Экономический смысл индекса положительных сторон развития предприятия заключается в отражении средневзвешенного превышения положительных сторон развития предприятия над отрицательными сторонами в сравниваемом периоде или по отношению к эталонным уровням ключевых показателей. Если значения показателя инвестиционной привлекательности выше 1, то сильные стороны развития превышают слабые.

Недостатками такого подхода является сложность выбора весов показателей, которые должны приниматься исходя из стратегических приоритетов, с определенным уменьшением в направлении убывания этих приоритетов, а также то, что в качестве показателей необходимо использовать индивидуальные индексы только абсолютных показателей.

В своей работе С. Г. Демченко [2] приводит метод оценки факторной привлекательности продукта (обуви). Этот метод оценки привлекательности базируется на сравнении потребителем характеристик продукта рассматриваемой фирмы и фирмы-конкурента. В этом случае, для облегчения ответа, респонденту предлагается база для отсчета – продукт фирмы-конкурента. Ему предстоит лишь ответить на вопрос: лучше, хуже или равен уровень отдельных характеристик продукта рассматриваемой фирмы уровню характеристик продукта фирмы-конкурента. При этом для потребителя такой подход проще, а для исследователя полученная от потребителя информация будет более достоверной.

Процесс реализации метода оценки факторной привлекательности продукта, предлагаемый этим автором, состоит из этапов, представленных на рисунке 1.



Рисунок 1 – Процесс реализации метода оценки факторной привлекательности продукта

Сравнительная привлекательность продукта по i -му фактору по отношению к конку-

рирующему продукту определяется по формуле

$$K_i = \frac{V_i^\phi}{V_i^\kappa}, \quad (4)$$

где V_i^ϕ – уровень продукта фирмы по i -му фактору. От потребителя не ожидается ответ относительно уровня;

V_i^κ – уровень продукта конкурирующей фирмы по i -му фактору. От потребителя не ожидается ответ относительно уровня;

$i = 1, 2, \dots, n$, где n – количество факторов привлекательности, по которым оценивается мнение потребителя, например, качество, цена, дизайн и др.;

K_i – сравнительная привлекательность продукта по i -му фактору по отношению к конкурирующему продукту. Это как раз то, на что респондент должен дать ответ: продукт фирмы по i -му фактору лучше, хуже или равен продукту конкурента. Когда респонденту задается вопрос, чтобы он оценил уровень продукта по какому-либо фактору, он нуждается в шкале для отсчета. Если ему не дать эту шкалу, ответ респондента будет случайным. Когда в качестве базы сравнения предложен конкретный продукт, конкретного конкурента, ответ респондента более достоверен.

Задача маркетолога при управлении конкурентоспособностью заключается в достижении пофакторного превосходства продукта фирмы по сравнению с конкурирующими фирмами:

$$V_i^\phi > V_i^\kappa. \quad (5)$$

Проигрыш по одному фактору может быть компенсирован другими факторами.

Целевая функция взвешенной факторной привлекательности имеет вид:

$$K = \frac{\sum_i b_i \cdot K_i}{\sum_i b_i} \rightarrow \max, \quad (6)$$

где K – взвешенная факторная привлекательность продукта;

b_i – вес i -го фактора, определяемый на основе исследования предпочтений потребителей по целевым сегментам рынка.

Поскольку вес каждого фактора (b_i) в глазах потребителя различен, то необходимо вычислить взвешенное значение привлекательности продукта по каждому фактору ($b_i \cdot K_i$).

Если $K = 1,0$ – продукт по сумме взвешенных факторов находится на одном уровне привлекательности с продуктом соперничающей фирмы:

$K > 1,0$ – продукт лучше, чем у конкурирующей фирмы;

$K < 1,0$ – продукт уступает конкурирующей фирме.

Также автор отмечает, что вместе с тем в отдельности взятый потребитель, отдающий индивидуальное предпочтение определенному фактору, выберет того продавца, у которого интересующий его фактор выше, несмотря на то, что по взвешенной факторной привлекательности продукт будет уступать вашему продукту.

Преимущества данного метода заключаются в простоте его применения, в учете при оценке привлекательности продукта большого числа различных факторов и показателей не зависимо от их размерности, отсутствии привязанности к определенному результативному показателю.

Недостатками этого метода является сложность определения факторов привлекательности продукта или услуги. Автор не указывает ни методику определения перечня факторов привлекательности продукта или услуги, ни методику выявления из этого

перечня основных факторов, определяющих привлекательность продукции или услуг, и второстепенных – не оказывающих существенное влияние на нее. Кроме этого, предлагаемый метод не учитывает особенности факторов и показателей привлекательности автобусных маршрутов. В частности, вопросы оценки одного из главных факторов привлекательности автобусных маршрутов – качества перевозок пассажиров имеют достаточную проработанность. Существует множество методик, позволяющих определить интегральный коэффициент оценки качества перевозок пассажиров, учитывающий наиболее значимые ее показатели, имеются разработанные, соответствующие интегральному коэффициенту уровни качества перевозок пассажиров. Все эти результаты необходимо учитывать при оценке привлекательности автобусных маршрутов.

Анализ существующих подходов к оценке привлекательности городских автобусных маршрутов показал, что непосредственно методик оценки привлекательности городских автобусных маршрутов не существует. При оценке привлекательности продукции, услуг, инвестиционной привлекательности предприятий и организаций наибольшее распространение получили методы рейтинговой оценки, такие как балловый метод, метод сравнительной рейтинговой оценки. Общим недостатком этих методов является сложность определения факторов привлекательности продукта, услуги, предприятия, а также сложность их применения при оценке привлекательности городских автобусных маршрутов из-за отсутствия учета особенностей факторов и показателей этих маршрутов.

Целью исследования является обоснование методики оценки привлекательности городских автобусных маршрутов.

Изложение основного материала исследования

Под привлекательностью автобусного маршрута мы будем понимать совокупность свойств, показателей, качественных и других характеристик автобусного маршрута, посредством которых он вызывает интерес к себе у различных субъектов.

На основе проведенного анализа существующих подходов к оценке привлекательности городских автобусных маршрутов, определения их преимуществ и недостатков, и сделанных выводов предлагается следующая методика оценки привлекательности городских автобусных маршрутов для пассажиров и процесс ее реализации (рисунок 2).

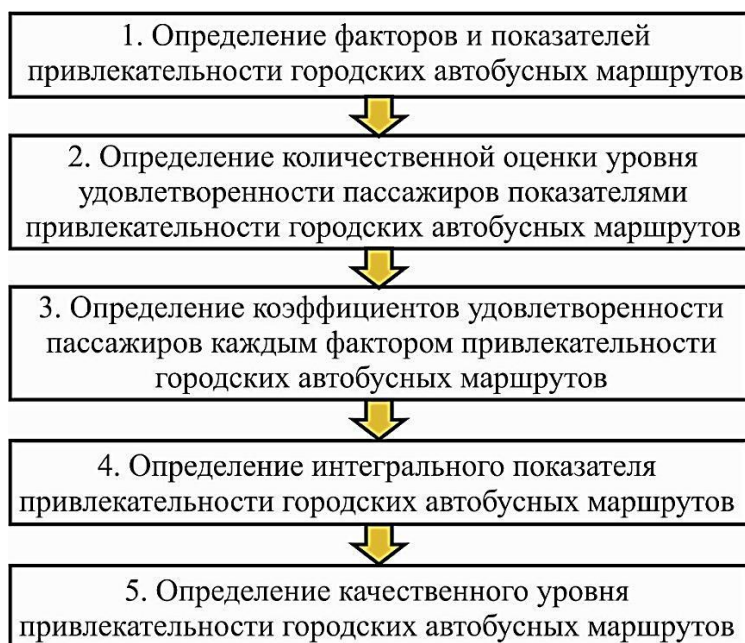


Рисунок 2 – Предлагаемый процесс оценки привлекательности городских автобусных маршрутов

На *первом этапе* процесса оценки привлекательности городских автобусных маршрутов производится определение факторов и показателей привлекательности автобусных маршрутов. Исходя из определения понятия привлекательности автобусного маршрута было установлено, что основными факторами его привлекательности являются потребительские свойства маршрута (совокупность свойств, показателей) и качество перевозок пассажиров, а также и другие факторы (другие его характеристики), которые необходимо установить.

Данная информация устанавливается на основании анализа и обобщения научной литературы по планированию, организации и управлению пассажирскими перевозками, существующих нормативных документов, регламентирующих организацию и деятельность пассажирского автомобильного транспорта. Результаты определения перечня факторов и показателей привлекательности городских автобусных маршрутов заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Факторы и показатели привлекательности городских автобусных маршрутов

№ п/п	Наименование показателя привлекательности городских авто- бусных маршрутов	Обозначение
По фактору «потребительские свойства маршрутов»		
1.	Количество дней работы на маршруте за год	x_1
2.	Время начала работы маршрута	x_2
3.	Время окончания работы маршрута	x_3
4.	Количество рейсов	x_4
5.	Количество остановок на маршруте	x_5
6.	Длина маршрута	x_6
7.	Время рейса (время оборота)	x_7
8.	Расстояния между остановками	x_8
9.	Интервал движения в час пик	x_9
10.	Интервал движения в межпиковое время	x_{10}
11.	Вместимость автобусов на маршруте	x_{11}
12.	Количество автобусов на маршруте	x_{12}
По фактору «качество перевозки пассажиров»		
1.	Наполнение автобусов	x_1
2.	Регулярность движения	x_2
3.	Время, затрачиваемое пассажирами на передвижение	x_3
4.	Безопасность	x_4
5.	Доступность	x_5
6.	Надежность	x_6
7.	Представление об услуге	x_7
8.	Состояние транспортных средств	x_8
9.	Характеристики персонала	x_9
10.	Информативность	x_{10}
11.	Гарантированность	x_{11}
12.	Ширина дверей	x_{12}
13.	Высота подножки над уровнем дороги	x_{13}
14.	Наличие накопительных площадок в салоне автобуса	x_{14}
15.	Своевременность	x_{15}
16.	Скорость доставки	x_{16}
17.	Удобство месторасположения остановок	x_{17}
По фактору «тариф за перевозку пассажиров»		
1.	Тариф за перевозку пассажиров	x_1

Из перечня показателей привлекательности городских автобусных маршрутов, представленных в таблице 1, необходимо выявить те показатели, которые оказывают наибольшее влияние на привлекательность и будут ее определять. Решение этой задачи заключается в определении значимости показателей привлекательности городских автобусных маршрутов и разделении их на основные, определяющие эту привлекательность, и второстепенные, не оказывающие существенного влияния на нее. Наиболее приемлемым способом получения информации о значимости показателей привлекательности городских автобусных маршрутов является опрос экспертов. Методика проведения экспертного опроса приведена в [6].

В качестве экспертов предлагается использовать следующие категории населения: работников предприятий и организаций автомобильного транспорта; студентов и преподавателей автомобильно-дорожных техникумов, колледжей, институтов, университетов, академий, а также выпускников этих учебных заведений; работников транспортных отделов администраций городов; работников Министерства транспорта. При этом студенты автомобильно-дорожных высших и средних профессиональных учебных заведений должны учиться не ниже, чем на последних курсах при получении младшего специалиста, специалиста среднего звена, специалиста или бакалавра, а при обучении в магистратуре – на любом курсе (обучаясь на последних курсах, перед защитой выпускных квалификационных работ, студенты обладают достаточными знаниями по своей специальности).

С целью повышения достоверности установления значимости показателей привлекательности городских автобусных маршрутов, предлагается их оценивать по каждому фактору отдельно (по потребительским свойствам маршрутов и по качеству перевозки пассажиров). Поэтому, учитывая, что количество показателей потребительских свойств маршрутов и качества перевозки пассажиров различное, то и количество привлекаемых для их оценки экспертов должно быть различным. Однако можно использовать одно и то же количество экспертов для оценки показателей привлекательности городских автобусных маршрутов. В этом случае их количество должно соответствовать максимальному количеству показателей из оцениваемых факторов.

Такой фактор привлекательности городских автобусных маршрутов, как тариф за перевозку пассажиров, содержит всего один показатель – тариф. Поэтому оценивать его значимость не имеет смысла.

Мы предлагаем такой способ контакта с экспертами при определении значимости показателей привлекательности городских автобусных маршрутов. Интервьюеры посещают Министерство транспорта, транспортные отделы администраций городов, автотранспортные предприятия, высшие и средние профессиональные учебные заведения, встречаются с экспертами и предлагают им ответить на вопросы анкеты в письменной форме в свободное и удобное для них время. При этом интервьюеры договариваются с экспертами о дате и времени сбора заполненных анкет.

Также возможно проведение экспертного опроса среди пассажиров, находящихся на остановках или в салонах автобусов. При этом интервьюер должен выяснить подходит ли ему пассажир в качестве эксперта, предложить ему ответить на вопросы анкеты в письменной форме в свободное для него время и определить возможность сбора заполненных анкет (дата, время, место).

Прежде чем проводить опрос, вначале необходимо установить перечень предприятий и организаций города, высших и средних профессиональных учебных заведений, имеющих отношение или знания в сфере планирования, организации и управления пассажирскими автомобильными перевозками. Затем проводят их ранжирование по степени важности, компетентности персонала, наличию и полноте информации о состоянии перевозок пассажиров, их запросах и пожеланиях (1 – Министерство транспорта; 2 – Транспортные отделы администраций городов; 3 – Автотранспортные предприятия; 4 – Высшие и средние профессиональные учебные заведения (университеты, институты, академии, техникумы, колледжи)).

Далее интервьюеры посещают указанные предприятия и организации в порядке их важности, встречаются с экспертами и предлагают им ответить на вопросы анкеты в письменной форме в свободное и удобное для них время. Также интервьюеры договариваются с экспертами о дате и времени сбора заполненных анкет. Посещения предприятий и организаций заканчивается, когда будет опрошено необходимое количество экспертов. Если количество экспертов недостаточно, то интервьюеры должны проводить экспертный опрос среди пассажиров, находящихся на остановках или в салонах автобусов, что гораздо сложнее. Сложность заключается в выяснении подходит ли им пассажир в качестве эксперта, и как произвести сбор заполненных ими анкет.

Все остальные этапы экспертного опроса, а также анализ и обработка экспертных оценок, проводятся согласно [6].

На *втором этапе* производится определение количественной оценки уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов.

Количественная оценка уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов устанавливается на основе результатов опроса (анкетирования пассажиров).

Анкетирование пассажиров проводится аналогично экспертному опросу, направленному на установление показателей привлекательности автобусных маршрутов, однако имеет некоторые особенности, на которых мы остановимся.

Для получения более объективной информации об удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов, выборку рекомендуется формировать из студентов высших и средних профессиональных учебных заведений и трудоспособного населения возрастом от 17 до 60 лет.

Учитывая то, что в результате анкетирования нам необходимо получить среднее значение количественной оценки уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов, рекомендуется определять размер выборки по формуле [7]:

$$n_{nacc} = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{\Delta} \right)^2, \quad (7)$$

где Z – значение границы доверительного интервала для выбранного уровня доверительной вероятности;

σ – стандартное отклонение показателя;

Δ – допустимая величина погрешности.

При этом выборка будет являться репрезентативной.

Достаточной точностью наших расчетов считается их достоверность 95 % (0,95), для которой $Z = 1,96$. Стандартное отклонение уровня удовлетворенности показателями привлекательности городских автобусных маршрутов равняется 0,5. Допустимая погрешность равняется 0,1. Следовательно, объем выборки равен

$$n_{nacc} = \left(\frac{1,96 \cdot 0,5}{0,1} \right) = 96 \text{ человек.}$$

Способ контакта с опрашиваемыми следующий: интервьюеры раздают пассажирам анкеты, которые предлагается заполнить в удобное для них время и отправить по почте (в том числе и электронной в виде скан-копии) по определенному адресу. Для этого разрабатываются специальные анкеты, которые могут трансформироваться в письмо с заранее указанным адресом отправления. При возможности заполнения анкет пассажирами непосредственно в месте их выдачи, интервьюеры лично собирают эти анкеты.

Анкетирование может быть произведено любыми лицами, даже непрофессионалами,

которые нуждаются в дополнительном заработке и получающие минимальный инструктаж (например, студентами, безработными и т. д.). Также для этой цели могут быть использованы (по желанию и возможности) водители и кондукторы, если это позволят условия перевозки.

Фрагмент разработанной анкеты для определения уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов приведен на рисунке 3.

Анкета

для определения уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов

1. Пожалуйста, укажите, какому уровню удовлетворенности отвечает количество дней работы на маршруте за год?

Очень плохой

Плохой

Ниже среднего

Средний

Выше среднего

Хороший

Очень хороший

2. Пожалуйста, укажите, какому уровню удовлетворенности отвечает время начала работы маршрута?

Очень плохой

Плохой

Ниже среднего

Средний

Выше среднего

Хороший

Очень хороший

3. Пожалуйста, укажите, какому уровню удовлетворенности отвечает время окончания работы маршрута?

Очень плохой

Плохой

Ниже среднего

Средний

Выше среднего

Хороший

Очень хороший

4. Пожалуйста, укажите, какому уровню удовлетворенности отвечает количество рейсов на маршруте?

Очень плохой

Плохой

Ниже среднего

Средний

Выше среднего

Хороший

Очень хороший

Рисунок 3 – Фрагмент анкеты для определения уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов

Результаты опроса пассажиров заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Определение количественной оценки уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов

№ п/п	Показатели привлекательности городских автобусных маршрутов	Количество опрошиваемых, которые оценили уровень удовлетворенности показателем привлекательности как							Среднее значение
		очень плохой	плохой	ниже среднего	средний	выше среднего	хороший	очень хороший	
		Количественная оценка уровня удовлетворенности показателем привлекательности							
		0	0,17	0,34	0,50	0,67	0,84	1,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
По фактору «потребительские свойства маршрутов»									
1.	Время начала работы маршрута								
2.	Время окончания работы маршрута								
3.	Интервал движения в час пик								
j	...								

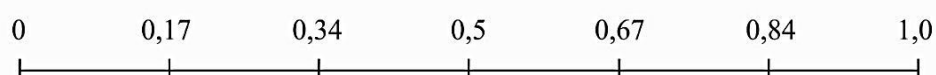
Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
По фактору «качество перевозки пассажиров»									
1.	Наполнение автобусов								
2.	Регулярность движения								
3.	Информативность								
j	...								
По фактору «тариф за перевозку пассажиров»									
1.	Тариф за перевозку пассажиров								

Качественные оценки уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов (очень плохой, плохой и т. д.) рекомендуется переводить в количественные оценки по шкале, приведенной на рисунке 4.

Очень плохой	Плохой	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Хороший	Очень хороший
--------------	--------	---------------	---------	---------------	---------	---------------

Качественные оценки уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов



Количественные оценки уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов

Рисунок 4 – Шкала преобразования качественных оценок уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов в количественные

Средние значения количественной оценки уровня удовлетворенности пассажиров показателями привлекательности городских автобусных маршрутов определяются как средняя арифметическая взвешенная по формуле

$$\bar{K}_{к.о. j}^{удов} = \frac{\sum_{j=1}^m K_{к.о. j}^{удов} \cdot m_j}{\sum_{j=1}^m m_j}, \quad (8)$$

где j – количество показателей привлекательности городских автобусных маршрутов;

$K_{к.о. j}^{удов}$ – количественная оценка пассажиром уровня удовлетворенности j -м показателем привлекательности;

m_j – количество пассажиров, которые одинаково оценили j -й показатель привлекательности городских автобусных маршрутов;

m – количество одинаковых количественных оценок показателя.

На третьем этапе определяются коэффициенты удовлетворенности пассажиров каждым фактором привлекательности городских автобусных маршрутов.

Коэффициент удовлетворенности пассажиров k -м фактором привлекательности городских автобусных маршрутов определяется по формуле

$$K_k^{удов} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \bar{K}_{к.о. j}^{удов}}, \quad (9)$$

где n – количество показателей привлекательности городских автобусных маршрутов по k -му фактору.

На четвертом этапе определяется интегральный показатель привлекательности городских автобусных маршрутов.

Интегральный показатель привлекательности городских автобусных маршрутов определяется по формуле

$$K_{\text{инт}}^{\text{привл}} = \sqrt[l]{\prod_{k=1}^l K_k^{\text{удов}}} . \quad (10)$$

где l – количество факторов привлекательности городских автобусных маршрутов ($l = 3$).

На заключительном, пятом этапе определяется качественный уровень привлекательности городских автобусных маршрутов.

Определение качественного уровня привлекательности городских автобусных маршрутов предлагается производить на основе «функции желательности» Е. Харрингтона (стандартных отметок на шкале желательности) [8]. Предлагаемая шкала качественного уровня привлекательности городских автобусных маршрутов приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Качественный уровень привлекательности городских автобусных маршрутов

№ п/п	Качественный уровень привлекательности городских автобусных маршрутов	Интегральный показатель привлекательности городских автобусных маршрутов
1.	Наивысший	0,9–1,0
2.	Высокий	0,80–0,9
3.	Выше среднего	0,63–0,80
4.	Средний	0,37–0,63
5.	Низкий	Ниже 0,37

Выводы

Таким образом, обоснована методика оценки привлекательности городских автобусных маршрутов для пассажиров. Новизна данного научного результата заключается в применении для оценки привлекательности городских автобусных маршрутов интегрального показателя, учитывающего уровень удовлетворенности пассажирами отдельными показателями привлекательности этих маршрутов, а также в использовании для установления качественного уровня привлекательности городских автобусных маршрутов «функции желательности» Е. Харрингтона.

Список литературы

1. Беляевский, И. К. Маркетинговое исследование / И. К. Беляевский. – Москва : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2004. – 414 с. – ISBN 5-7764-0346-4.
2. Демченко, С. Г. Оценка факторной привлекательности продукта (обувь) / С. Г. Демченко // Практический маркетинг. – 2008. – № 11(141). – С. 4–10.
3. Мацибора, Т. В. Оценка инвестиционной привлекательности продукции сельскохозяйственных предприятий / Т. В. Мацибора // Экономика АПК. – 2019. – № 1. – С. 50–55.
4. Колмыкова, Т. С. Инвестиционный анализ / Т. С. Колмыкова. – Москва : ИНФРА-М, 2009. – 204 с. – ISBN 978-5-16-003485-0.
5. Панков, С. А. Аналитические подходы к оценке инвестиционной привлекательности предприятия / С. А. Панков // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – Т. 3, № 2. – С. 65–68.
6. Легкий, С. А. Маркетинговые исследования потребительской ценности услуг пассажирского автомобильного

- транспорта / С. А. Легкий // Вестник экономики транспорта и промышленности. – 2015. – № 51. – С. 132–138.
7. Галицкий, Е. Б. Методы маркетинговых исследований / Е. Б. Галицкий. – Москва : Институт Фонда «Общественное мнение», 2004. – 398 с. – ISBN 5-93947-013-0.
8. Булгакова, И. Н. Использование «функции желательности» для формализации комплексного показателя конкурентоспособности промышленного предприятия / И. Н. Булгакова, А. Н. Морозов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Экономика и управление». – 2009. – № 2. – С. 54–56.

С. А. Легкий

**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Обоснование методики оценки привлекательности городских автобусных маршрутов**

Актуальность изучения проблемы оценки привлекательности городских автобусных маршрутов обусловлена тем, что в современных рыночных условиях главным условием обеспечения выживаемости пассажирских автотранспортных предприятий, получения ими желаемой прибыли, достижения экономической стабильности и высокой конкурентоспособности является предоставление пассажирам наиболее привлекательных автобусных маршрутов, чем у конкурентов.

Анализ существующих подходов к оценке привлекательности городских автобусных маршрутов показал, что непосредственно методик оценки привлекательности городских автобусных маршрутов не существует. При оценке привлекательности продукции, услуг, инвестиционной привлекательности предприятий и организаций наибольшее распространение получили методы рейтинговой оценки, такие как балловый метод, метод сравнительной рейтинговой оценки. Общим недостатком этих методов является сложность определения факторов привлекательности продукта, услуги, предприятия, а также сложность их применения при оценке привлекательности городских автобусных маршрутов из-за отсутствия учета особенностей факторов и показателей этих маршрутов.

На основе проведенного анализа существующих подходов к оценке привлекательности городских автобусных маршрутов, определения их преимуществ и недостатков, и сделанных выводов, разработана методика оценки привлекательности этих маршрутов, которая, в отличие от существующих, основана на использовании для оценки интегрального показателя, учитывающего уровень удовлетворенности пассажирами отдельными показателями привлекательности маршрутов. Кроме этого, разработанная методика предполагает для установления качественного уровня привлекательности городских автобусных маршрутов использование «функции желательности» Е. Харрингтона.

Использование предлагаемой методики оценки привлекательности городских автобусных маршрутов позволит пассажирским автотранспортным предприятиям делать правильную оценку своих маршрутов и проводить их усовершенствование в соответствии с требованиями пассажиров. Это позволит предприятиям повысить свой уровень конкурентоспособности, увеличить объем перевозки пассажиров, а также получить желаемую прибыль и улучшить экономические результаты. Автор предлагает использовать в качестве основных факторов привлекательности городских автобусных маршрутов потребительские свойства маршрута, качество перевозок пассажиров и тариф за перевозку пассажиров. Предложенную методику оценки привлекательности городских автобусных маршрутов можно использовать для оценки привлекательности маршрутов других автобусных маршрутов, а также маршрутов других видов пассажирского транспорта с учетом специфики их потребительских и качественных факторов.

ГОРОДСКОЙ АВТОБУСНЫЙ МАРШРУТ, МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МАРШРУТА, ОЦЕНКА ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МАРШРУТА, ПОКАЗАТЕЛИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МАРШРУТА, УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ ПАССАЖИРОВ, ФУНКЦИЯ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА

S. A. Legkii

**Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Substantiation of the Methodology for Assessing the Attractiveness of Urban Bus Routes**

The relevance of studying the problem of assessing the attractiveness of urban bus routes is due to the fact that in modern market conditions, the main condition for ensuring the survival of passenger transport enterprises, obtaining the desired profit, achieving economic stability and high competitiveness is to provide passengers with the most attractive bus routes than competitors.

The analysis of existing approaches to assessing the attractiveness of urban bus routes has shown that there are no direct methods for assessing their attractiveness. When assessing the attractiveness of products, services, and the investment attractiveness of enterprises and organizations, rating assessment methods, such as the point method and the

comparative rating assessment method, are most widely used. The common disadvantage of these methods is the difficulty of determining the attractiveness factors of a product, service, or enterprise, as well as the difficulty of their use in assessing the attractiveness of city bus routes due to the lack of consideration of the characteristics of the factors and indicators of these routes.

Based on the analysis of existing approaches to assessing the attractiveness of city bus routes, determining their advantages and disadvantages, and the conclusions drawn, a methodology for assessing the attractiveness of these routes has been developed, which, unlike existing ones, is based on the use of an integral indicator to assess the level of satisfaction of individual passenger indicators of route attractiveness. In addition, the developed methodology involves the use of E. Harrington's «desirability function» to establish the qualitative level of attractiveness of city bus routes.

The use of the proposed methodology for assessing the attractiveness of urban bus routes will allow passenger transport companies to make a correct assessment of their routes and carry out their improvement in accordance with the requirements of passengers. This will allow enterprises to increase their level of competitiveness, increase the volume of passenger transportation, as well as get the desired profit and improve economic results. We propose to use the consumer properties of the route, the quality of passenger transportation and the fare for passenger transportation as the main factors of the attractiveness of urban bus routes. The proposed methodology for assessing the attractiveness of urban bus routes can be used to assess the attractiveness of routes of other bus routes, as well as routes of other types of passenger transport, taking into account the specifics of their consumer and quality factors.

URBAN BUS ROUTE, ROUTE DEVELOPMENT METHODOLOGY, ROUTE ATTRACTIVENESS ASSESSMENT, ROUTE ATTRACTIVENESS INDICATORS, PASSENGER SATISFACTION, HARRINGTON DESIRABILITY FUNCTION

Сведения об авторе:

С. А. Легкий

SPIN-код РИНЦ:

6047-7196

ORCID ID:

0000-0003-0049-578X

Телефон:

+7 (949) 316-84-49

Эл. почта:

LegkiySA@mail.ru

Статья поступила 07.02.2024

© С. А. Легкий, 2024

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

С. Л. Русов, канд. техн. наук

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

О ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ СФЕР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОВЫХ СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рассмотрены вопросы формирования стратегий развития сфер интеллектуальной собственности и инновационной деятельности. Проанализированы особенности стратегий развития указанных сфер в отдельных регионах Российской Федерации и странах-членах СНГ, а также планов мероприятий по их реализации. По результатам анализа даны рекомендации относительно формирования стратегических документов во вновь присоединенных регионах Российской Федерации.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, инновационная деятельность, стратегия развития, план мероприятий, вновь присоединенные регионы Российской Федерации

Постановка проблемы

Развитие сферы интеллектуальной собственности (ИС) и инновационной деятельности (ИД) в регионах Российской Федерации является крайне важным шагом на пути их инновационного и технологического развития.

При этом, как указывалось в Руководстве Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) по разработке стратегии в области ИС в странах с переходной экономикой [1], для таких стран (а вновь присоединенные регионы РФ со своими пришедшими в упадок экономикой и социальной сферой по причине ведущихся на их территориях боевых действий можно рассматривать в качестве именно таких территориальных образований) необходимость развития сферы ИС крайне важна для подъема и дальнейшего развития их экономики.

Общие вопросы по разработке стратегий социально-экономического развития (далее – стратегия развития) субъектов РФ и планов мероприятий по ее реализации (далее – план мероприятий) определены Приказом Минэкономразвития России от 23.03.2017 г. № 132 [2], а рекомендации по формированию стратегии развития непосредственно сферы ИС даны в Методических рекомендациях Федерального института промышленной собственности (ФИПС) [3].

Цель исследования

По результатам стратегий и программ развития сфер ИС и ИД в отдельных регионах РФ, в которых, как ожидается, вопросы развития данных сфер являются наиболее проработанными, дать рекомендации по разработке стратегии и программ развития указанных сфер в новых регионах РФ.

Кроме того, желательно рассмотреть также стратегии развития и планы мероприятий в странах – членах Содружества Независимых Государств (СНГ). Это представляет интерес хотя бы потому, что согласно Плану мероприятий по реализации Стратегии экономического развития СНГ [4] предусмотрен ряд мероприятий, направленных на развитие в странах-членах этого Содружества сферы ИС в условиях единообразного подхода к ним.

Анализ исследований и публикаций

Согласно данным ФИПС [5] в РФ пятеркой лидеров по изобретательской активности в плане количества заявок, поданных на выдачу патентов на результат интеллектуальной деятельности (РИД), и динамики выдачи патентов, являются следующие федеральные округа РФ:

- 1) Центральный федеральный округ (ЦФО);
- 2) Приволжский федеральный округ (ПФО);
- 3) Северо-Западный федеральный округ (СЗФО);
- 4) Сибирский федеральный округ (СФО);
- 5) Южный федеральный округ (ЮФО).

В связи с этим представляется целесообразным исследовать стратегии развития и планы мероприятий в регионах, входящих в указанные округа и имеющих схожие с вновь принятыми регионами РФ сегменты экономики и (или) наиболее развитые сферы ИС и ИД. Таковыми были выбраны:

– в ЦФО – Воронежская область, в которой наиболее развитыми являются металлообрабатывающая и машиностроительная промышленности и которая в 2022 году в Национальном рейтинге состояния инвестиционного климата заняла 11 место;

– в ПФО – Республика Башкортостан, основу промышленности которой составляют металлургия, металлообработка, машиностроение и которая в 2021 году согласно оценке «Национального рейтингового агентства» получила рейтинг «ИС3» (высокая инвестиционная привлекательность).

Еще одним регионом ПФО, чья стратегия развития и план мероприятий могут представлять интерес, является Республика Татарстан, которая является одним из наиболее развитых в индустриальном отношении районов страны;

– в СФО – Кемеровская область – Кузбасс, в которой, так же как и в Донбассе, находится одно из самых крупных месторождений угля на планете, играющее определяющую роль в экономике региона, и вдобавок имеющая развитую металлургическую промышленность.

Еще одним регионом СФО, представляющим интерес с точки зрения его стратегии развития и плана мероприятий, является Новосибирская область, которая отличается высоким уровнем развития индустрии, включая металлургическую промышленность и машиностроение;

– в ЮФО – Республика Крым, которая специализируется в том числе в области добычи полезных ископаемых, черной металлургии, судостроения, а также имеет характерные для вновь присоединенных территорий условия вхождения в состав регионов РФ.

Исследования стратегий развития и планов мероприятий регионов СЗФО, чьи сектора промышленности в меньшей степени соответствуют профилю вновь присоединенных территорий РФ, решено было не проводить.

Исследования вопросов развития ИС и ИД в регионах РФ и странах-членах СНГ проводились на основании анализа их стратегий развития и планов мероприятий, утвержденных следующими нормативными правовыми актами (НПА):

1. По Республике Башкортостан:

– в отношении стратегии развития – Постановление Правительства Республики Башкортостан от 20.12.2018 г. № 624 [6];

– в отношении плана мероприятий – Распоряжение Правительства Республики Башкортостан от 26.12.2011 г. № 1703-р [7].

2. По Воронежской области:

– в отношении стратегии развития – Закон Воронежской области от 20.12.2018 г. № 168-ОЗ [8];

– в отношении плана мероприятий – Постановление Правительства Воронежской области от 29.12.2018 г. № 1242 [9].

3. По Кемеровской области (Кузбассу):

– в отношении стратегии развития – Закон Кемеровской области от 26.12.2018 г. № 122-ОЗ [10] с изменениями, внесенными Законом Кемеровской области от 23.12.2020 г. № 163-ОЗ [11];

– в отношении плана мероприятий – Распоряжение Правительства Кемеровской области – Кузбасса от 03.06.2022 г. № 275-р [12].

4. По Республике Крым:

– в отношении стратегии развития – Закон Республики Крым от 09.01.2017 г. № 352-ЗРК/2017 [13];

– в отношении плана мероприятий – Постановление Совета министров Республики Крым от 01.11.2017 г. № 570 [14].

5. По Новосибирской области:

– в отношении стратегии развития – Постановление Правительства Новосибирской области от 19.03.2019 г. № 105-п [15];

– в отношении плана мероприятий – Постановление Правительства Новосибирской области от 31.12.2019 г. № 514-п [16] и Постановление Правительства Новосибирской области от 31.12.2019 г. № 528-п [17].

6. По Республике Татарстан:

– в отношении стратегии развития – Закон Республики Татарстан от 17.06.2015 г. № 40-ЗРТ [18] и Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 31.10.2013 г. № 823 [19];

– в отношении плана мероприятий – Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 15.01.2013 г. № 11 [20] с изменениями и дополнениями, внесенными Постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 31.03.2016 г. № 190 [21].

7. По Республике Беларусь: в отношении стратегии развития и плана мероприятий – Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24.11.2021 № 672 [22] с изменениями и дополнениями, внесенными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 20.12.2023 г. № 906 [23].

8. По Кыргызской Республике:

– в отношении стратегии развития – Указ Президента Кыргызской Республики от 31.10.2018 г. УП № 221 [24];

– в отношении плана мероприятий – Постановление Кабинета Министров Кыргызской Республики от 20.05.2022 г. № 265 [25].

9. По Республике Таджикистан:

– в отношении стратегии развития и плана мероприятий – Постановление Правительства Республики Таджикистан от 01.06.2021 г. № 210 [26].

10. По Республике Узбекистан:

– в отношении стратегии развития – Указ Президента Республики Узбекистан от 28.01.2022 г. № УП-60 [27];

– в отношении плана мероприятий – Постановлением Президента Республики Узбекистан от 26.04.2022 г. № ПП-221 [28].

По результатам проведенных исследований были сформулированы обобщенные формулировки стратегических целей (задач) в сферах ИС и ИД, а также мероприятия, направленные на решение этих целей (задач), которые могут быть рекомендованы новым субъектам РФ для включения в свои планы развития указанных сфер.

Вышеуказанные цели (задачи) в сфере ИС с указанием возможных мероприятий по их достижению приведены ниже.

1. Решение вопросов нормативно-правового регулирования управления правами на РИД и средства индивидуализации, принадлежащими субъекту РФ.

Мероприятия: разработка и принятие НПА, направленных на формирование в регионе системы управления ИС, определение мер финансовой поддержки изобретателей, перечня компетентных региональных органов исполнительной власти, представляющих заключения при регистрации региональных и иных брендов, порядка выплат вознаграждений авторам служебных ОИС в целях стимулирования их создания и т. д.

2. Обеспечение системного учета охраняемых РИД, принадлежащих региону.

Мероприятия:

- разработка и ведение автоматизированной информационно-аналитической системы учета ОИС, права на которые принадлежат региону;

- формирование единого информационного ресурса, обеспечивающего накопление и доступ к банкам данных по ОИС региона, а также региональным брендам.

3. Совершенствование системы доступа к информации в сфере ИС.

Мероприятия:

- разработка интернет-окна субъектов ИС и заинтересованных лиц – потенциальных покупателей ОИС для коммерциализации прав на ИС;

- содействие в обеспечении дистанционного доступа к патентным фондам, находящимся в регионе;

- содействие в обеспечении доступа для всех заинтересованных лиц, в том числе субъектов малого и среднего предпринимательства, к предоставлению патентно-лицензионных, консультационных, правовых и других услуг в сфере ИС.

4. Развитие инфраструктуры ИС на предприятиях и в организациях региона.

Мероприятия: создание:

- патентно-лицензионных служб в организациях региона;

- структурных подразделений по коммерциализации и применению ИС в научных учреждениях и учреждениях сферы образования.

5. Стимулирование развития сферы ИС.

Мероприятия: введение почетных званий «Заслуженный изобретатель региона», «Заслуженный рационализатор региона».

6. Проведение мероприятий в сфере патентно-информационного обеспечения изобретательской и патентно-лицензионной работы.

Мероприятия:

- создание региональных патентных фондов;

- мониторинг изобретательской активности в регионе.

7. Стимулирование создания и использования региональных брендов.

Мероприятия:

- формирование перечня товаров с особыми свойствами, в отношении которых могут быть зарегистрированы географические указания региона;

- проведение выставок-ярмарок местных производителей с бесплатным участием производителей региона, использующих региональный бренд, и обязательным предоставлением для них площадок в рамках проведения культурно-массовых мероприятий;

- развитие региональной системы добровольной сертификации продукции с участием общественных объединений и отраслевых ассоциаций, использующих региональные бренды товаров, произведенных на территории региона;

- размещение сведений о региональных брендах на специализированных информационных ресурсах в сфере туризма региона, а также на сайтах региональных и муниципальных учреждений культуры;

- проведение ежегодных конкурсов «Бренд года».

8. Содействие в подготовке специалистов в сфере ИС, в том числе из числа представителей малого и среднего бизнеса, а также молодежи и юношества.

Мероприятия:

- организация повышения квалификации специалистов государственных органов и организаций в вопросах патентно-лицензионной работы, правовой охраны и вовлечения в гражданский оборот ОИС;

- организация и проведение вебинаров, семинаров, учебных курсов и международных научно-практических конференций с ведущими специалистами и представителями ФИПС и Роспатента.

9. Популяризация в регионе сферы ИС.

Мероприятия:

- проведение семинаров, конференций, симпозиумов, тематических выставок, круглых столов и т. д. в сфере ИС;
- проведение республиканских смотров-конкурсов на лучшую постановку работы в области ИС на промышленных предприятиях и в учреждениях;
- проведение тематико-консультационных радио- и телепередач, публикации статей в региональных газетах и журналах;
- издание книги «Изобретатели и новаторы региона».

Что касается вопросов развития в регионе сферы ИД, то в обобщенном виде стратегическими целями (задачами) в этой сфере и мероприятиями по их реализации могут быть следующие:

1. Решение вопросов нормативно-правового регулирования системы инноваций, создания и развития инновационной инфраструктуры.

Мероприятия: принятие следующих НПА:

- положения об осуществлении инновационной деятельности в регионе;
- порядка предоставления государственной поддержки субъектам ИД;
- порядка стимулирования научной, научно-технологической и ИД в регионе.

2. Развитие инновационной инфраструктуры.

Мероприятия:

- разработка программ инновационного развития предприятий с государственной долей участия в уставном капитале;
- создание центров мониторинга технологий, технопарков, бизнес-инкубаторов, промышленных парков, технологических платформ, кластерных образований, инженеринговых центров, центров коллективного пользования, офисов коммерциализации и т. д.

3. Совершенствование системы доступа к информации в сфере ИД.

Мероприятия: создание:

- республиканского инновационного портала, содержащего информацию о состоянии ИД в регионе;

- реестра инновационных проектов региональных субъектов ИД.

4. Государственная (в т. ч. грантовая) поддержка реализации инновационных проектов.

Мероприятия:

- предоставление мер государственной поддержки субъектам ИД, включая: предоставление налоговой льготы; предоставление субсидий из регионального бюджета на возмещение бизнес-инкубаторам и управляющим компаниям технопарков – производителям товаров, работ, услуг затрат, связанных с предоставлением услуг субъектам ИД;

- предоставление субсидий субъектам ИД на: подготовку, осуществление трансфера и коммерциализацию технологий, включая выпуск опытной партии продукции, ее сертификацию, модернизацию производства и т. д.; выполнение научно-прикладных и инновационных разработок при обязательном участии научно-исследовательских институтов и образовательных организаций высшего образования на территории региона.

5. Создание условий для повышения инновационной активности бизнеса и появления новых инновационных компаний.

Мероприятия:

- создание «одного окна» для инноваторов, на котором будет представлена информация об инновационной экосистеме региона, о федеральных и региональных мерах поддержки научных, научно-технологических и инновационных проектов, в том числе с возможностью подать заявку на региональные меры поддержки;
- создание школ инновационного бизнеса.

6. Подготовка научных кадров и специалистов в сфере ИД.

Мероприятия: организация процессов подготовки и переподготовки кадров.

7. Развитие научно-технического потенциала молодежи.

Мероприятия: создание сети центров молодежного инновационного творчества.

8. Популяризация в регионе сферы ИД.

Мероприятия:

– организация и проведение конкурсов, выставочно-ярмарочных мероприятий, форумов и т. п. в сфере ИД;

– проведение семинаров, конференций, симпозиумов, тематических выставок, круглых столов и т. д. в сфере ИД;

– организация помощи в подготовке проектов субъектов ИД к участию в конкурсах и представлению их инвесторам на конкурсах, выставочно-ярмарочных мероприятиях, форумах и т. п. в сфере ИД.

Заключение

Ожидается, что вышеприведенные рекомендации по формированию стратегий развития во вновь присоединенных регионах РФ сфер ИС и ИД, а также мероприятий по реализации этих стратегий позволят надлежащим образом организовать становление и функционирование в указанных регионах сфер ИС и ИД, что в конечном счете будет способствовать их социально-экономическому развитию.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания №1024032600091-8-5.2.1 «Формирование механизма управления сферой интеллектуальной собственности в Донецкой Народной Республике как драйвер технологического развития региона» (шифр FRSE-2025-0001).

Список литературы

1. Руководство по разработке стратегии в области интеллектуальной собственности в странах с переходной экономикой. Версия 2. – Текст : электронный // World Intellectual Property Organization : [сайт]. – URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/wipo_pub_transition_1.pdf (дата обращения: 14.08.2024).
2. Методические рекомендации по разработке и корректировке стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации и плана мероприятий по ее реализации : утверждены приказом Минэкономразвития России от 23 марта 2017 г. № 132. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/3b00b259b4cccebf36dd63177813aa7a/Prikaz132.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).
3. Иванова, М. Г. Методические рекомендации по формированию стратегического видения и целевых показателей развития сферы интеллектуальной собственности для регионов Российской Федерации / М. Г. Иванова. – Текст : электронный // Вестник ФИПС : сборник научных материалов. – Москва : ФИПС, 2021. – С. 137–150. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_48550097_26656319.pdf (дата обращения: 14.08.2024).
4. План мероприятий по реализации первого этапа (2021–2025 годы) Стратегии экономического развития Содружества Независимых Государств на период до 2030 года : утвержден Решением Совета глав правительств СНГ от 6 ноября 2020 года. – Текст : электронный // Исполнительный комитет СНГ : [официальный сайт]. – URL: <https://cis.minsk.by/reestr2/doc/6283#text> (дата обращения: 16.08.2024).
5. Анализ изобретательской активности в регионах Российской Федерации. – Текст : электронный // Федеральная служба по интеллектуальной собственности : [сайт] – URL: <https://www1.fips.ru/about/deyatelnost/sotrudnichestvo-s-regionami-rossii/a-iz-akt2018.pdf?ysclidlvabgfwv911664073> (дата обращения: 17.08.2024).
6. Республика Башкортостан. Законы. О Стратегии социально-экономического развития Республики Башкортостан на период до 2030 года : [утверждена Постановлением Правительства Республики Башкортостан от 20 декабря 2018 года № 624]. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: <https://bashexport.com/wp-content/uploads/2024/04/13.-postanovlenie-pravitelstva-rb-ot-20.12.2018-n-624-red.-ot.pdf> (дата обращения: 17.08.2024).
7. Республика Башкортостан. Законы. План мероприятий по развитию сферы интеллектуальной собственности в Республике Башкортостан на 2011 – 2013 : [утвержден Распоряжением Правительства Республики Башкортостан от 26 декабря 2011 г. № 1703-р]. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/463503582?ysclid>

=lt5qn0mh60128977705 (дата обращения: 21.08.2024).

8. Российская Федерация. Законы. О Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года : Закон Воронежской области от 20 декабря 2018 года № 168-ОЗ : [принят областной Думой 17 декабря 2018 года]. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL : https://investinvm.ru/upload/iblock/a15/c1k3meftcvk7bxh3gchdtg4fi3nd0g9z/Zakon-Voronezhskoy-oblasti-ot-20.12.2018-N-168_OZ-_red.-ot-23.12.2019_.pdf (дата обращения: 22.08.2024).

9. Российская Федерация. Законы. О плане мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года : [утвержден Постановлением Правительства Воронежской области от 29.12.2018 № 1242]. – Текст : электронный // Правительство Воронежской области : [сайт]. – URL: <https://cevtm.ru/wp-content/uploads/2020/08/postanovlenie-1242-v-red-1284-pmrs.docx> (дата обращения: 22.08.2024).

10. Российская Федерация. Законы. Об утверждении Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса на период до 2035 года : Закон Кемеровской области от 26 декабря 2018 года № 122-ОЗ : [принят Советом народных депутатов Кемеровской области 21 декабря 2018 года]. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550305101?ysclid=lub6buwlt26436315> (дата обращения: 22.08.2024).

11. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Закон Кемеровской области «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области до 2035 года» : Закон Кемеровской области от 23 декабря 2020 года № 163-ОЗ. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/571049329?ysclid=lub6ihhoa187730256> (дата обращения: 22.08.2024).

12. Российская Федерация. Законы. Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса на период до 2035 года : Распоряжение Правительства Кемеровской области-Кузбасса от 3 июня 2022 года № 275-р. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/406154519?ysclid=lub6w99t5p214515253> (дата обращения: 22.08.2024).

13. Республика Крым. Законы. О стратегии социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года : Закон Республики Крым от 9 января 2017 года № 352-ЗРК/2017 : [принят Государственным Советом Республики Крым 28 декабря 2016 года]. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/413918280?ysclid=ltxytueui509382787> (дата обращения: 28.08.2024).

14. Республика Крым. Законы. Об утверждении плана мероприятий по реализации стратегии социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года : Постановление Совета министров Республики Крым от 1 ноября 2017 года № 570. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/450387923> (дата обращения: 28.08.2024).

15. Российская Федерация. Законы. О Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2030 года : Постановление Правительства Новосибирской области от 19 марта 2019 года № 105-п. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/465728379?ysclid=lt5wizzek922398992> (дата обращения: 04.09.2024).

16. Российская Федерация. Законы. О Плане мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2030 года : Постановление Правительства Новосибирской области от 31 декабря 2019 года № 514-п. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/465734573?ysclid=lt5y62n0oca692679005> (дата обращения: 04.09.2024).

17. Российская Федерация. Законы. Об утверждении государственной программы Новосибирской области «Стимулирование научной, научно-технической и инновационной деятельности в Новосибирской области» : Постановление Правительства Новосибирской области от 31 декабря 2019 года № 528-п. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/465734596?ysclid=lt5bciel23935496341> (дата обращения: 04.09.2024).

18. Республика Татарстан. Законы. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года : Закон Республики Татарстан от 17 июня 2015 года № 40-ЗРТ : [принят Государственным Советом Республики Татарстан 10 июня 2015 года]. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/428570021?ysclid=lu2hrj5trp182475449> (дата обращения: 04.09.2024).

19. Республика Татарстан. Законы. Об утверждении Государственной программы Республики Татарстан «Экономическое развитие и инновационная экономика Республики Татарстан» : Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 31 октября 2013 г. № 823. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/463305855?ysclid=luaw3uv4cv672153735> (дата обращения: 04.09.2024).

20. Республика Татарстан. Законы. Об утверждении долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2013–2020 годы» : Постановление Кабинета

Министров Республики Татарстан от 15 января 2013 года № 11. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/463300874?ysclid=ltY7rzneln948010922> (дата обращения: 04.09.2024).

21. Республика Татарстан. Законы. Об утверждении Государственной программы «Экономическое развитие и инновационная экономика Республики Татарстан на 2014–2020 годы» : Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 31.10.2013 № 823. – Текст : электронный // Кабинет Министров Республики Татарстан : [сайт]. – URL: <https://tatarstan-gov.ru/doc/70453?ysclid=ltY7nvk1gy240545611> (дата обращения: 04.09.2024).

22. Республика Беларусь. Законы. Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 24 ноября 2021 года № 672 : Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20 декабря 2023 года № 906. – Текст : электронный // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22300906> (дата обращения: 02.10.2024).

23. Кыргызская Республика. Законы. Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018–2040 годы : Указ Президента Кыргызской Республики от 31 октября 2018 года УП № 221. – Текст : электронный // Министерство экономики и коммерции Кыргызской Республики : [сайт]. – URL: <https://mineconom.gov.kg/storage/documents/209/15421950795bec078718fff.pdf> (дата обращения: 02.10.2024).

24. Кыргызская Республика. Законы. Об утверждении Государственной программы развития интеллектуальной собственности и инноваций в Кыргызской Республике на 2022–2026 годы : Постановление Кабинета Министров Кыргызской Республики от 20 мая 2022 года № 265. – Текст : электронный // Параграф : [сайт]. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33616337 (дата обращения: 02.10.2024).

25. Республика Таджикистан. Законы. О Национальной стратегии развития интеллектуальной собственности Республики Таджикистан на период до 2030 года : Постановление Правительства Республики Таджикистан от 1 июня 2021 года № 210. – Текст : электронный // Параграф : [сайт]. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32487829 (дата обращения: 02.10.2024).

26. Республика Узбекистан. Закон. О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы : Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60. – Текст : электронный // LexUZ on-line : национальная база данных законодательства Республики Узбекистан : [сайт]. – URL: <https://lex.uz/docs/5841077> (дата обращения: 02.10.2024).

27. Республика Узбекистан. Закон. О дополнительных мерах по дальнейшему развитию сферы интеллектуальной собственности : Постановление Президента Республики Узбекистан от 26 апреля 2022 года № ПП-221. – Текст : электронный // LexUZ on-line : национальная база данных законодательства Республики Узбекистан : [сайт]. – URL: <https://lex.uz/ru/docs/5987125> (дата обращения: 02.10.2024).

С. Л. Русов

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

О формировании предложений по развитию сфер интеллектуальной собственности и инновационной деятельности в новых субъектах Российской Федерации

Развитие сферы интеллектуальной собственности (ИС) и инновационной деятельности (ИД) в регионах Российской Федерации является крайне важным шагом на пути их инновационного и технологического развития в целях активизации социально-экономического развития.

Особенно важно решение данного вопроса для вновь присоединенных регионов РФ (ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областей), характеризующихся пришедшими в упадок экономикой и социальной сферой по причине отсутствия достаточных материальной базы и информационных ресурсов, наличия дефицита кадрового потенциала в сфере ИС, а также ведущихся на их территориях боевых действий.

Предложены рекомендации по разработке стратегий и программ развития сфер ИС и ИД для указанных регионов РФ.

Рекомендации сформированы на основании анализа стратегий и программ развития сфер ИС и ИД в отдельных регионах РФ, в которых вопросы развития данных сфер являлись наиболее проработанными. Кроме того, анализу были подвергнуты также стратегии и планы мероприятий в странах-членах Содружества Независимых Государств, поскольку согласно Плану мероприятий по реализации Стратегии их экономического развития был предусмотрен ряд мероприятий, направленных на развитие в этих странах сферы ИС в условиях единообразного подхода к ним.

В качестве исследуемых регионов РФ были выбраны те из них, которые:

- располагались в федеральных округах, входящих согласно данным Федерального института промышленной собственности в пятерку лидеров по изобретательской активности в плане количества заявок, поданных на выдачу патентов на результаты интеллектуальной деятельности и динамики выдачи патентов;
- имели схожие с вновь принятыми регионами РФ сегменты экономики и (или) наиболее развитые сферы ИС и ИД.

Таковыми регионами стали: Воронежская область, Республика Башкортостан, Республика Татарстан,

Кемеровская область – Кузбасс, Новосибирская область, Республика Крым.

В результате были выработаны обобщенные формулировки стратегических целей (задач) в сферах ИС и ИД, а также обозначены мероприятия, направленные на решение этих целей (задач), которые могут быть рекомендованы новым субъектам РФ для включения в свои планы развития указанных сфер.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ, ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ, ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ, ВНОВЬ ПРИСОЕДИНЕННЫЕ РЕГИОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

S. L. Rusov

Federal State Budgetary Scientific Institution

«Institute of Scientific and Technical Information», Donetsk

On the Formation of Proposals for the Development of Intellectual Property and Innovation Activities in New Subjects of the Russian Federation

The development of the sphere of the intellectual property (IP) and innovation activities (IA) in the regions of the Russian Federation is an extremely important step towards their innovative and technological development in order to activate their socio-economic development.

The solution to this issue is especially important for the newly annexed regions of the Russian Federation (DPR, LPR, Zaporozhye and Kherson regions), which are characterized by a declining economy and social sphere due to the lack of sufficient material resources and information resources, a shortage of human resources in the sphere of the intellectual property, as well as military operations being conducted on their territories.

Recommendations for the development of strategies and programs for the development of the IP and IA spheres for the specified regions of the Russian Federation are proposed.

The recommendations are formed on the basis of an analysis of strategies and programs for the development of the IP and IA in separate regions of the Russian Federation, in which the issues of development of these spheres were the most developed. In addition, the strategies and action plans in the member countries of the Commonwealth of Independent States were also analyzed, since, according to the Action Plan for the implementation of the Strategy for their economic development, a number of measures are provided for aimed at developing the IP sphere in these countries under the conditions of a uniform approach to them.

The regions of the Russian Federation to be studied were those that:

- were located in federal districts that, according to data from the Federal Institute of Industrial Property, are among the top five leaders in the inventive activity in terms of the number of applications filed for patents for the results of intellectual activity and the dynamics of patent issuance;

- had economic segments similar to those of the newly admitted regions of the Russian Federation and/or the most developed spheres of information technology and information technology.

These regions were: Voronezh Region, the Republic of Bashkortostan, the Republic of Tatarstan, Kemerovo Region – Kuzbass, Novosibirsk Region, and the Republic of Crimea.

As a result, generalized formulations of strategic goals (tasks) in the spheres of IP and IA were developed, and measures aimed at solving these goals (tasks), which can be recommended to new subjects of the Russian Federation for inclusion in their development plans for these spheres were identified.

INTELLECTUAL PROPERTY, INNOVATION ACTIVITIES, DEVELOPMENT STRATEGY, ACTION PLAN, NEWLY ANNEXED REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Сведения об авторе:

С. Л. Русов

ORCID ID: 0009-0003-2483-3656

Телефон: +7 949 329-86-46

Эл. почта: rusov_sergey@bk.ru

Статья поступила 17.07.2024

© С. Л. Русов, 2024

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

УДК 347.77

С. Л. Русов, канд. техн. наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт научно-технической информации», г. Донецк**О ПОВЫШЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАПОЛНЯЕМОСТИ СИСТЕМ
УЧЕТА ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
НОВЫХ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Рассмотрены вопросы функционирования созданных в регионах Российской Федерации систем учета объектов интеллектуальной собственности. Проанализировано содержание информационных карт, используемых для информационного наполнения этих систем. По результатам исследований даны рекомендации относительно форм информационных карт для их использования в системах учета объектов интеллектуальной собственности в новых субъектах Российской Федерации.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, системы учета, информационная карта, рейтинг информационной наполняемости

Постановка проблемы

Создание в субъектах Российской Федерации систем управления правами на результаты интеллектуальной деятельности (РИД), включая и приравненные к ним средства индивидуализации, является одной из главных задач деятельности регионов в целях своего инновационного и технологического развития. Решение этой задачи крайне важно для вновь присоединенных территорий РФ, которые только начинают интегрироваться в законодательное поле РФ.

В этом плане стоит отметить работу [1], нацеленную на формирование системы управления интеллектуальной собственностью (ИС) в одном из вновь присоединившихся регионов – Донецкой Народной Республике. В которой детально рассмотрены общие вопросы построения системы управления правами на РИД и средства индивидуализации в новом регионе РФ без акцента на отдельные структурные элементы такой системы и, в частности, на систему учета объектов интеллектуальной собственности (ОИС).

Система учета ОИС является одной из главных составных элементов системы управления правами на результаты информационной деятельности и средства индивидуализации, поскольку именно она, осуществляя сбор, аккумулирование и систематизацию информации об этих объектах, позволяет обеспечить их объективный учет и вовлечение в хозяйственный оборот, а также оптимизировать систему государственного регулирования процессов развития рынка ИС в регионе путем принятия оптимальных управленческих решений в этой сфере [2].

Условия, в которых должно происходить создание систем учета объектов интеллектуальной собственности во вновь присоединенных регионах РФ, являются весьма специфическими [2]: отсутствие достаточной материальной базы, информационных ресурсов и кадрового потенциала в сфере интеллектуальной собственности, а также ведение на их территориях боевых действий.

Учитывая данные обстоятельства, вопрос формирования во вновь присоединенных территориях РФ систем учета ОИС, включая и вопрос информационного наполнения этих систем, требует значительных финансовых и временных затрат.

Цель исследования

Формирование оптимальной и рациональной модельной формы и источника информационного наполнения систем учета ОИС во вновь присоединенных регионах, а также содержания этого источника.

Анализ исследований и публикаций

Учитывая актуальность вопроса необходимости создания в регионах РФ систем учета объектов интеллектуальной собственности, Минэкономразвития России были разработаны Рекомендации по управлению правами на РИД в субъектах Федерации [3], вопросы практической реализации которых отражены в Рекомендациях Федеральной службы по интеллектуальной собственности (далее – Роспатент) [4] (далее совместно – Рекомендации).

Согласно этим Рекомендациям в целях наиболее эффективного развития сферы интеллектуальной собственности в регионе и управления правами на результаты информационной деятельности субъектам Федерации рекомендовано осуществить назначение исполнительного органа государственной власти региона, к функциям и полномочиям которого должно быть отнесено, в том числе, обеспечение учета прав на РИД, принадлежащих региону. При этом, при построении региональной системы учета прав на указанные объекты, рекомендовано предусмотреть ее взаимосвязь с Единой государственной информационной системой учета (ЕГИСУ) научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИОКТР). Последнее полностью согласуется с положением пункта 7 Постановления Правительства РФ от 12 апреля 2013 г. № 327 [5], согласно которому в субъектах Федерации рекомендовано создание своих аналогичных региональных систем учета таких работ.

С учетом сказанного, анализу были подвергнуты информационные карты (ИК) не только региональных систем учета объектов интеллектуальной собственности (далее – РИСУ), но и карты, используемые для информационного наполнения ЕГИСУ, формы которых были утверждены приказом Минобрнауки России от 06 февраля 2023г. №108 [6].

По результатам проведенных исследований был составлен рейтинг информационной наполняемости ИК (таблица 1), учитывающий количество содержащихся в них сведений об ОИС (далее – информационные показатели).

Таблица 1 – Рейтинг информационной наполняемости ИК, подвергнутых анализу

Рейтинговая позиция	Наименование объекта исследования	Количество информационных показателей в ИК
1	Минобрнауки России	24
2	Свердловская область	11
3	Челябинская область	9
4	Республика Татарстан	8
5	Санкт-Петербург	7
6	Белгородская область	6
7	Чувашская Республика	5
8	Пермский край	4
9	Красноярский край	4
10	Астраханская область	4

Следует отметить, что в вышеприведенный рейтинг не вошли Воронежская и Вологодская области по причине того, что в ИК их реестров учитывались только сведения о средствах индивидуализации, а также Иркутская область и Республика Северная Осетия – Алания ввиду того, что их ИК вообще не содержали каких-либо конкретных сведений об ОИС.

Как следует из таблицы 1, для информационного наполнения РИСУ новых субъектов РФ наиболее целесообразным является использование ИК Минобрнауки России.

Таковыми, в частности, являются:

- ИК реферативно-библиографических сведений (ИКРБС);
- ИК о созданном РИД (далее – ИКР);
- ИК сведений о состоянии правовой охраны РИД (далее – ИКСПО);
- ИК сведений об использовании РИД (далее – ИКСИ);

Однако для того, чтобы использование этих карт могло быть рекомендовано для использования в РИСУ вновь присоединенных территорий, следует рассмотреть вопрос их согласования (точнее, согласования содержащейся в них информации) с работой системы учета объектов интеллектуальной собственности вообще.

Для этого был проанализирован порядок чередования сведений об ОИС, упоминаемых в каждой из вышеуказанных карт.

В отношении объектов интеллектуальной собственности карта ИКРБС содержит следующие сведения:

- 1) при наличии в отчете по НИОКТР сведений об ОИС как об объекте авторского права (отчет по НИОКТР, программа для ЭВМ, база данных, проч.) – условия использования ОИС (свободное пользование / пользование на условиях лицензии / коммерческая тайна);
- 2) срок лицензии (при ее требовании согласно условиям использования ОИС);
- 3) условия лицензии (при их требовании согласно условиям использования ОИС).

В отношении объектов интеллектуальной собственности карта ИКР содержит следующие сведения:

- 1) наименование ОИС;
- 2) сведения об авторе(ах) ОИС;
- 3) код Международной классификации ОИС;
- 4) сведения о правообладателе(ях) ОИС.

В отношении объектов интеллектуальной собственности карта ИКСПО содержит следующие сведения:

- 1) вид ОИС;
- 2) номер охранного документа;
- 3) дата приоритета;
- 4) срок действия охранного документа;
- 5) территория действия охранного документа;
- 6) информация о принятии решения об отчуждении права на ОИС;
- 7) информация о принятии решения относительно возможности предоставления безвозмездной простой (неисключительной) лицензии;
- 8) информация о подаче заявления о возможности предоставления любому лицу права использования ОИС (открытая лицензия).

В отношении объектов интеллектуальной собственности карта ИКСИ содержит следующие сведения:

- 1) способ использования ОИС (собственное использование / заключен договор по распоряжению правом на ОИС);
- 2) вид передачи права по распоряжению ОИС (при его наличии);
- 3) вид договора по распоряжению правом на ОИС (при его наличии);
- 4) номер договора по распоряжению правом на ОИС (при его наличии);
- 5) дата договора по распоряжению правом на ОИС (при его наличии);
- 6) номер государственной регистрации договора по распоряжению правом на ОИС (при его наличии);
- 7) срок действия договора по распоряжению правом на ОИС (при его наличии);
- 8) наименование государства, на территории которого по условиям договора разрешено использование ОИС (при его наличии);
- 9) сведения о получателе права распоряжения ОИС (при его наличии).

Анализ вышеприведенного порядка чередования сведений об объектах интеллекту-

альной собственности показывает, что с точки зрения порядка ввода этих данных в РИСУ он является не совсем корректным. По этой причине представляется целесообразным рассмотреть вопрос систематизации (упорядочения) вышеупомянутых сведений, определив очередность их ввода в РИСУ с позиции наиболее приемлемого восприятия пользователем системы заложенных в нее данных.

Ниже, в таблице 2, приведен один из вариантов такого порядка.

Таблица 2 – Очередность ввода в РИСУ сведений об объектах интеллектуальной собственности

№ п/п	Наименование сведений об ОИС	Наименование используемой ИК
1.	Вид ОИС	ИКСПО
2.	Наименование ОИС	ИКР
3.	Сведения об авторе(ах) ОИС	
4.	Номер охранного документа	ИКСПО
5.	Код Международной классификации (МПК/МКПО/МКТУ)	ИКР
6.	Дата приоритета	ИКСПО
7.	Срок действия охранного документа	
8.	Территория действия охранного документа	
9.	Сведения о правообладателе ОИС	ИКР
10.	Способ / статус правовой охраны ОИС	ИКСПО
11.	Способ использования ОИС	ИКСИ
12.	Вид договора по распоряжению правом на ОИС	
13.	Сведения о договоре по распоряжению правом на ОИС	
14.	Получатель права распоряжения ОИС	
15.	Условия использования ОИС как объект авторского права	ИКРБС
16.	Сведения о лицензии на использование ОИС как объект авторского права	

Выводы

На основании вышеприведенных исследований представляется целесообразным рекомендовать новым субъектам РФ для информационного наполнения их систем учета объектов интеллектуальной собственности использовать в качестве ИК карты Минобрнауки России (ИКРБС, ИКР, ИКСПО и ИКСИ).

Такое решение позволит:

1) обеспечить за счет большего количества зарегистрированных сведений об ОИС более высокое качество и разнообразие аналитических отчетов о состоянии сферы интеллектуальной собственности в регионе, необходимых для принятия наиболее оптимальных управленческих решений в данной сфере;

2) избавить исполнителей и заказчиков НИОКТР от необходимости дополнительно к ИК Минобрнауки России (для работы с ЕГИСУ) готовить еще и региональные ИК для внесения содержащихся в них сведений в РИСУ;

3) обеспечить совмещение в одной региональной автоматизированной информационной системе систему учета ОИС и предусмотренную Постановлением Правительства РФ от 12 апреля 2013 г. № 327 [6] систему учета НИОКТР, выполненных за счет или с участием средств регионального бюджета.

Список литературы

1. Курган, Е. Г. Формирование системы управления интеллектуальной собственностью в Донецкой Народной Республике / Е. Г. Курган // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2023 : сборник материалов, Казань, 20–22 сентября 2023 года ; составители Р. Ш. Ахмадиева, Р. Н. Минниханов ; под общей редакцией Р. Н. Минниханова. – Казань : Научный центр безопасности жизнедеятельности, 2023. – С. 558–566. – EDN EEJZIZ.
2. Русов, С. Л. О формировании системы учета объектов интеллектуальной собственности во вновь присоединенных регионах Российской Федерации / С. Л. Русов // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты : материалы IX Международной научно-практической конференции, Горловка, 29 марта 2024 г. В 2 частях. Часть 2 / Автомобильно-дорожный институт (филиал) ДонНТУ в г. Горловка ; [ответственные редакторы Е. П. Мельникова, Е. Ю. Руднева, О. Л. Дариенко]. – Горловка : ДонНТУ, 2024. – С. 126–136. – EDN TCQXHQ.
3. Рекомендации по управлению правами на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации в регионах РФ (утв. Министерством экономического развития РФ 3 декабря 2018 г.). – Текст : электронный. – URL: <https://base.garant.ru/72120006> (дата обращения: 18.09.2024).
4. Рекомендации Роспатента по управлению правами на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации в регионах Российской Федерации – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://rospatent.gov.ru/ru/documents/rec-rid-region/download/> (дата обращения: 18.09.2024).
5. Российская Федерация. Законы. О единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения : Постановление Правительства РФ от 12 апреля 2013 г. № 327. – Текст : электронный. – URL: <https://base.garant.ru/70359576/> (дата обращения: 18.09.2024).
6. Российская Федерация. Законы. Об утверждении форм направления сведений, информации и документов, указанных в пункте 3 Положения о единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 327, требований к заполнению и направлению указанных форм : Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 февраля 2023 г. № 108. – 2023 – Текст : электронный. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202304110003?ysclid=locpt7tvpw558809631/> (дата обращения: 18.08.2024).

С. Л. Русов

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

О повышении информационной наполняемости систем учета интеллектуальной собственности новых субъектов Российской Федерации

Создание в субъектах Российской Федерации систем управления правами на результаты интеллектуальной деятельности, включая и приравненные к ним средства индивидуализации, является одной из главных задач деятельности регионов в целях своего инновационного и технологического развития. Решение этой задачи крайне важно для вновь присоединенных территорий РФ, которые только начинают интегрироваться в законодательное поле РФ.

Для решения этой задачи автор исследовал вопросы формирования оптимальной и рациональной модельной формы источника информационного наполнения систем учета объектов интеллектуальной собственности во вновь присоединенных регионах, а также содержания этого источника.

Рекомендации базировались на основании анализа форм и содержания информационных карт как систем учета объектов интеллектуальной собственности, созданных в регионах РФ, так и карт, используемых для информационного наполнения Единой государственной информационной системой учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ. Последнее объяснялось тем, что при создании региональной информационной системы учета Роспатентом было рекомендовано предусматривать их взаимосвязь с Единой государственной информационной системой учета.

По результатам проведенных исследований был составлен рейтинг информационной наполняемости ИК, учитывающий количество содержащихся в них сведений об ОИС, который показал, что для информационного наполнения РИСУ новых субъектов РФ наиболее целесообразным является использование ИК Минобрнауки России. Однако для того, чтобы использование этих карт окончательно могло быть рекомендовано для использования в РИСУ вновь присоединенных территорий, следовало рассмотреть вопрос согласования содержащейся в них информации с работой системы учета ОИС вообще.

Анализ порядка чередования сведений об ОИС, установленный в ИК Минобрнауки России выявил то обстоятельство, что с точки зрения порядка ввода этих данных в РИСУ он является не совсем корректным. В связи с этим проведена систематизация (упорядочение) сведений об ОИС и определена очередность их ввода

в РИСУ с позиции наиболее приемлемого восприятия пользователем системы заложенных в нее данных.

По результатам проведенных исследований было предложено для информационного наполнения систем учета объектов интеллектуальной собственности новых субъектов РФ использовать в качестве ИК карты Минобрнауки России.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ, СИСТЕМЫ УЧЕТА, ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА, РЕЙТИНГ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАПОЛНЯЕМОСТИ

S. L. Rusov

Federal State Budgetary Scientific Institution

«Institute of Scientific and Technical Information», Donetsk

**On Increasing the Information Content of Intellectual Property Accounting Systems of
New Subjects of the Russian Federation**

The creation of systems for managing rights to the results of intellectual activity, including equivalent means of the individualization, in the constituent entities of the Russian Federation is one of the main tasks of the regions for the purposes of their innovative and technological development. The solution to this problem is extremely important for the newly annexed territories of the Russian Federation, which are just beginning to integrate into the legislative field of the Russian Federation.

To solve this problem, the author studied the issues of forming an optimal and rational model form of the source of the information content for the systems of accounting for intellectual property objects in the newly annexed regions, as well as the content of this source.

The recommendations were based on an analysis of the forms and content of information maps of both the systems for recording intellectual property objects created in the regions of the Russian Federation and the maps used to fill the information in the Unified State Information System for Recording Research, Development, and Technological Work. The latter was explained by the fact that when creating the regional information accounting system (RIAS), Rospatent recommended providing for their interconnection with the Unified State Information Accounting System.

Based on the results of the conducted research, a rating of the information content of the IC was compiled, taking into account the amount of information contained in them on intellectual property objects, which showed that for the information content of the RIAS of new subjects of the Russian Federation, the most appropriate is the use of information maps of the Ministry of Education and Science of Russia. However, in order for the use of these maps to be finally recommended in the RIAS of the newly annexed territories, it was necessary to consider the issue of coordinating the information contained in them with the operation of the OIS accounting system in general.

The analysis of the information alternation order on the intellectual property objects established in the IC of the Ministry of Education and Science of Russia revealed the fact that from the point of view of the order of entering this data into RIAS it is not entirely correct. In this regard, the information about the OIS is systematized (organized) and the order of its input into the RIAS is determined from the position of the most acceptable perception by the user of the system of the data embedded in it.

Based on the results of the conducted research, it was proposed to use the Ministry of Education and Science of Russia as the intellectual property maps for filling the information systems of the new subjects of the Russian Federation with intellectual property.

INTELLECTUAL PROPERTY, ACCOUNTING SYSTEMS, INFORMATION MAP, INFORMATION CONTENT RATING

Сведения об авторе:

С. Л. Русов

ORCID ID: 0009-0003-2483-3656

Телефон: +7 949 329-86-46

Эл. почта: rusov_sergey@bk.ru

Статья поступила 29.08.2024

© С. Л. Русов, 2024

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

О. Н. Шарнопольская, канд. экон. наук, А. Р. Манушенко

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк**

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Изложены актуальные проблемы и основные направления применения цифровизации в сфере образования. Также дана характеристика цифровой образовательной среды и ее финансирования в РФ, выделены достоинства и недостатки цифровизации образования.

Ключевые слова: цифровизация, образование, цифровые технологии, цифровая образовательная среда, цифровое обучение

Введение

Современные университеты сталкиваются со множеством вызовов, которые требуют разработки инновационных методов обучения. Качество образовательного процесса неизбежно влияет на наполненность государства специалистами в будущем, в связи с этим данному вопросу необходимо уделять особое внимание. В процессе совершенствования национального образования с каждым годом все большее значение приобретают современные технологии, внедрение которых способствует модернизации и развитию образования, а также повышению качества подготовки будущих специалистов.

Анализ исследований и публикаций

Цифровизация образования не новая тема и активно исследуется как отечественными, так и зарубежными учеными на протяжении последних десятилетий. Развивающиеся информационные технологии широко распространяются во всех сферах жизни, включая образование.

ЮНЕСКО уделяет большое внимание вопросам цифровизации образования, рассматривая ее как инструмент обеспечения всеобщего доступа к качественному образованию. В докладе «Reimagining our futures together: a new social contract for education» 2021 года организация подчеркивает необходимость создания инклюзивной цифровой образовательной среды и развития цифровых компетенций у всех участников образовательного процесса [1].

OECD (Организация экономического сотрудничества и развития) проводит регулярные исследования по оценке влияния цифровых технологий на образование. В отчете «Education Policy Outlook 2019: Working Together to Help Students Achieve their Potential» организация анализирует использование цифровых технологий в школах стран-участниц OECD и выявляет как возможности, так и риски, связанные с цифровизацией [2].

Среди отечественных исследований можно выделить вклад следующих авторов: Т. С. Ахромеевой [3], Д. И. Дубровского [4], В. А. Кутырева [5], Е. В. Масланова [6], Д. А. Мачерет [7]. В их трудах раскрыты различные аспекты цифровизации в системе образования. При этом отмечается недостаток исследований, посвященных системному характеру проблем и перспектив развития цифровизации в сфере отечественного образования.

Цель исследования

Анализ современных российских проектов цифровизации образования с учетом их финансирования, оценка их влияния на решение существующих проблем и реализацию новых возможностей. Работа также направлена на выявление положительных и отрицательных аспектов цифровизации в современном образовании с целью определения оптимальных стратегий развития данного направления.

Основной материал исследования

XXI век ознаменовался переходом человечества к новому типу общества – информационному, в котором особое место занимают цифровые технологии. В наши дни цифровизация охватывает все сферы деятельности общества, внося изменения в рабочие процессы, коммуникацию, времяпрепровождение людей, изменяя их взгляды и образ жизни. Данный процесс, являясь глобальным, требует тщательного научного изучения, так как цифровизация образования носит весьма противоречивый характер.

Цифровизация в образовании – процесс перехода на электронную систему обучения. Правовой основой для реализации цифровизации в сфере образования являются:

1. Федеральный Закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [8]. Он закрепил право образовательных организаций на применение в их деятельности различных цифровых образовательных технологий.

2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [9]. Согласно Указу Президента Российской Федерации, к 2024 году должна быть создана цифровая образовательная среда, обеспечивающая качество и доступность образования.

3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2018–2025 годы [10]. Она ставит перед собой следующие цели: высокое качество, доступность образования, применение дистанционных технологий. В рамках данной программы предполагается реализация нескольких проектов: «Вузы как центры пространства создания новаций», «Создание современной образовательной среды для школьников» и т. п.

Цифровизация в сфере образования предусматривает решение следующих задач: повышение навыков и умений преподавателей в сфере цифровых технологий, развитие материальной инфраструктуры, развитие онлайн-обучения, внедрение цифровых программ.

Анализ публикаций по теме показывает, что цифровизация образования – это многогранный процесс, имеющий как положительные, так и отрицательные стороны (таблица 1).

Таблица 1 – Положительные и отрицательные стороны цифровизации образования

Положительные аспекты	Риски
Расширение доступа к образованию за счет онлайн-курсов и дистанционных программ обучения	Цифровой разрыв между теми, кто имеет доступ к цифровым технологиям и навыкам их использования и теми, кто не имеет
Индивидуализация обучения благодаря использованию адаптивных платформ и цифровых образовательных ресурсов	Проблемы информационной безопасности и защиты персональных данных
Повышение мотивации обучающихся за счет интерактивных методов обучения и геймификации (игрового подхода)	Риск снижения качества образования из-за поверхностного использования цифровых инструментов в связи с проблемой психолого-педагогической неподготовленности педагогов к инновационной деятельности
Развитие компетенций в сфере цифровых технологий, необходимых для успешного построения карьеры в современном мире	Риски ухудшения здоровья обучающихся вследствие излишне интенсивного применения технологий электронного образования

Образовательные ресурсы становятся доступнее для широкой аудитории, включая жителей удаленных регионов и людей с ограниченными возможностями. Цифровые инструменты позволяют персонализировать обучение, подстраивая его под индивидуальные потребности и темп каждого ученика. Использование интерактивных платформ, виртуальной и дополненной реальности, делает процесс обучения более увлекательным и эффективным, повышая вовлеченность учащихся. Также цифровые технологии способствуют развитию критического мышления, креативности, коммуникации и сотрудничества – навыков, необходимых для успешной жизни в современном мире.

Однако стремительная цифровизация образования сопряжена и с рядом рисков:

1. Цифровое неравенство: неравномерный доступ к технологиям и интернету может усугубить существующее социальное неравенство и создать новые разрывы в образовании.

2. Качество информации: обилие информации в сети требует развития навыков критического мышления и медиаграмотности, чтобы отличать достоверные источники от фейков и манипуляций.

3. Кибербезопасность и этические вопросы: защита персональных данных, предотвращение кибербуллинга и формирование ответственного цифрового поведения становятся актуальными задачами.

Таким образом, цифровизация образования – это сложный и динамичный процесс, требующий комплексного подхода и учета всех его аспектов. Говорить о грядущих изменениях образовательной системы довольно трудно, но уже сейчас можно сказать, какие новшества введет цифровизация в образование.

Учебные занятия, дневники, журналы перейдут на онлайн-формат. Обучающиеся смогут посещать занятия даже не выходя из дома, в этом им поспособствует интернет. Вместо привычных учебников будут использоваться электронные ресурсы. Учреждения, осуществляющие образовательную деятельность, будут оснащены современными технологиями: компьютеры и иные гаджеты, интерактивные доски, проекторы. Учителям придется осваивать новую систему образования. Со временем эта профессия претерпит существенные изменения. Цифровизация образования предусматривает самостоятельное изучение и освоение материала, поэтому педагог теперь будет выступать в качестве помощника, к которому будут обращаться лишь при острой необходимости. Внедрение цифровых образовательных технологий не предполагает полной отмены традиционных занятий в школах, институтах, колледжах. В настоящее время речь идет лишь о включении в образовательный процесс некоторых элементов онлайн-обучения. Введение смешанного формата обучения позволяет повысить эффективность преподавания, развить у студентов ответственность, дисциплину [11].

Одним из основных аспектов успешной реализации цифровизации образования является финансирование. Государственные расходы на образование в РФ демонстрируют положительную динамику, несмотря на периоды экономической нестабильности. Приоритетными направлениями финансирования являются общее и профессиональное образование, а также развитие научного потенциала страны (таблица 2).

Таблица 2 – Расходы на образование в РФ, млрд руб. [12]

Расходы	2006 г.	2010 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Всего						
В текущих ценах	1 376,4	2 259,1	4 695,3	4 942,9	5 423,9	нет данных
В постоянных ценах	4 873,5	5 116,2	5 637,2	5 881,6	5 423,9	нет данных
Государственные расходы						
В текущих ценах	1 036,4	1 893,9	4 050,7	4 324,0	4 690,7	5 459,5
В постоянных ценах	3 669,8	4 289,1	4 863,2	5 145,1	4 690,7	4 714,4

Рассмотрим и сравним расходы на образование в процентах к валовому внутреннему продукту по странам (рисунок 1).

Общие расходы на образование в РФ в 2022 г. составили 6,3 трлн руб. Их доля в ВВП (4,1 %) по сравнению с годом ранее увеличилась на 0,1 п. п. Бюджетные расходы в текущих ценах выросли с 4690,7 млрд руб. в 2021 г., до 5459,5 млрд руб. в 2022 г., внебюджетные – с 733,2 до 831,9 млрд руб. [12]. Государственные расходы на образование в 2022 г. от общих государственных расходов по странам представлены на рисунке 2.

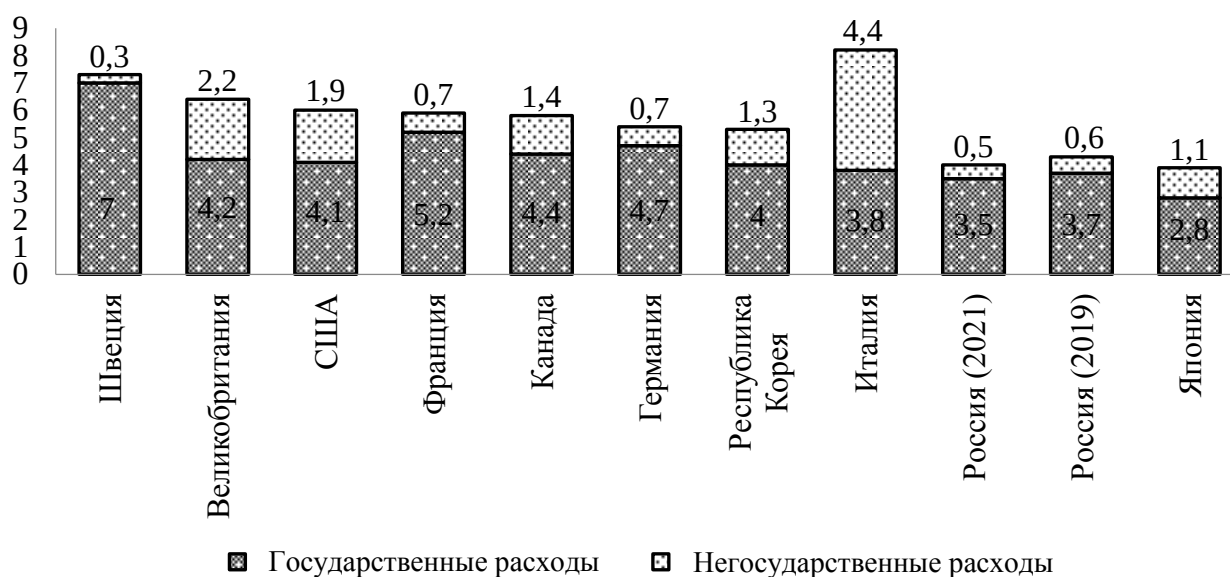


Рисунок 1 – Расходы на образование в процентах к валовому внутреннему продукту по странам, 2021 г. [12]

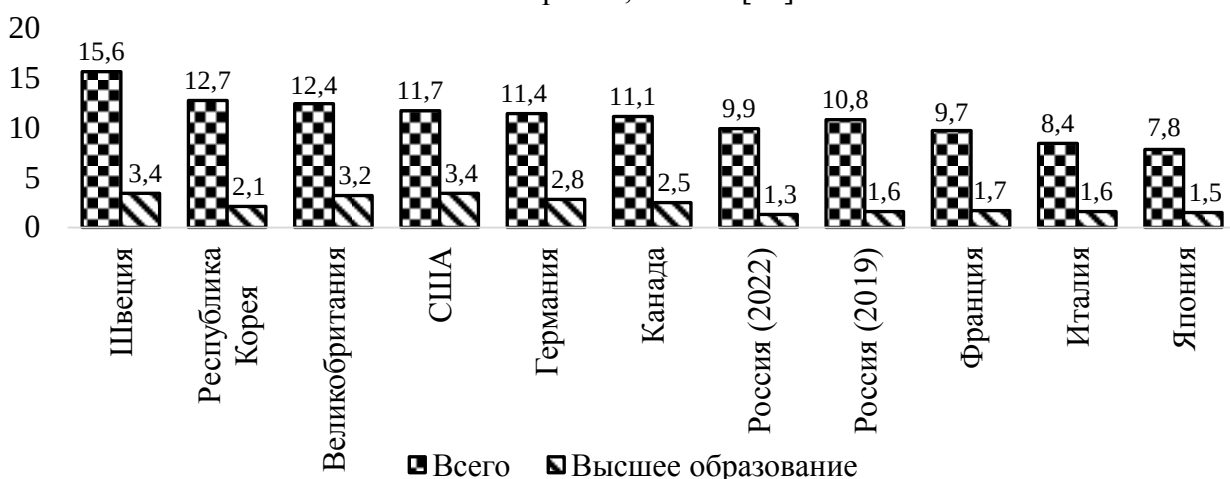


Рисунок 2 – Государственные расходы на образование в процентах от общих государственных расходов по странам, 2022 г. [12]

Из рассмотренных государств, в Российской Федерации государственные расходы на образование от общих государственных расходов составляют наименьший процент, который в сравнении с 2019 г. еще и уменьшился.

В 2023 году на реализацию мероприятий государственной политики в сфере образования Федеральным законом от 5 декабря 2022 г. № 466-ФЗ «О федеральном бюджете на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов» [13] предусмотрено 553,7 млрд руб. Из них: 432,5 млрд руб. – Минпросвещению России; 121,2 млрд руб. – участникам государственной политики в сфере образования, в том числе резервные средства в объеме 21,0 млрд руб.

Стабильный рост государственных инвестиций в образование за последние 15 лет наблюдался в 2008–2014 гг. Это было связано с реализацией национальных проектов и программ, направленных на модернизацию системы образования и повышение ее качества. Затем наступил период стагнации в 2015–2017 гг., в связи с экономическими трудностями, темпы роста расходов замедлились. Приоритет отдавался поддержанию существующей инфраструктуры и уровня заработной платы педагогов. Период возобновления роста в 2018–2023 гг. Снова наблюдается увеличение финансирования образования. Акцент делается на развитие цифровой образовательной среды, поддержку талантливой молодежи, а также реализацию национального

проекта «Образование» [14].

Распределение расходов по уровням образования происходит следующим образом:

1. Общее образование: традиционно получает наибольшую долю финансирования. В последние годы активно инвестируются вклады в обновление материально-технической базы школ, повышение квалификации учителей и внедрение современных образовательных технологий.

2. Среднее профессиональное образование: финансирование этой сферы растет, учитывая потребность экономики в квалифицированных кадрах. Государство поддерживает развитие системы профессиональных стандартов, модернизацию учебных заведений и создание условий для практической подготовки студентов.

3. Высшее образование: наблюдаются увеличение финансирования ведущих университетов и поддержка научных исследований. Также активно развиваются программы академической мобильности и международного сотрудничества. Данные за 2006–2021 гг. отображены в таблице 3.

В России наибольшие государственные расходы на образование в расчете на одного обучающегося приходятся на высшее образование (таблица 4). Это связано с историческим приоритетом страны в развитии науки и высшего образования. В то же время расходы на начальное и среднее образование относительно ниже, что может указывать на необходимость дальнейших инвестиций в эти уровни для обеспечения всеобъемлющего и качественного образования для всех учащихся.

Таблица 3 – Расходы на образование по видам расходов, млрд руб.

	2006 г.	2010 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.		
					Всего	Государственные расходы	Расходы за счет бюджетных источников
Всего	1 376,4	2 259,1	4 695,3	4 942,9	5 423,9	4 690,7	733,2
Дошкольное образование	175,1	365,5	964,8	987	1030,2	1030,2	нет данных
Общее образование	491,3	854,7	1 743,3	1897,8	2122,4	2021	101,5
Доп. образование	нет данных	нет данных	297,5	292,9	316,2	288	28,2
Среднее проф. образование	178,9	194,8	323,7	342,5	373,2	305,6	67,6
Высшее образование	388,6	640,6	992,3	1061,7	1130,2	649,7	480,5
Проф. подготовка и повышение квалификации	9,2	13,2	94,4	87,4	105,8	50,3	55,5
Прочее	133,3	190,3	279,3	273,7	345,8	345,8	нет данных

Таблица 4 – Расходы на образование в расчете на одного обучающегося по уровням образования и странам за 2021 г., долл.[12]

Страна	Образование				
	Дошкольное	Начальное общее	Основное и среднее общее	Среднее профессиональное	Высшее
1	2	3	4	5	6
Россия	5 275,00	нет данных	4 509,00	4 490,00	14 756,00
Великобритания	6 595,00	11 936,00	13 041,00	28 667,00	29 766,00

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Германия	13 975,00	10 622,00	14 390,00	7 459,00	19 636,00
Италия	10 458,00	10570,00	10 558,00	4 472,00	12 248,00
Канада	нет данных	10 570,00	14 564,00	16 881,00	25 765,00
Республика Корея	нет данных	13 341,00	17 078,00	6 468,00	12 541,00
США	нет данных	13 780,00	15 538,00	нет данных	35 347,00
Франция	9 555,00	9 312,00	13 475,00	15 922,00	18 808,00
Швеция	15 794,00	13 234,00	13 311,00	6 857,00	28 039,00
Япония	8 118,00	9 379,00	11 493,00	13 944,00	20 994,00

В настоящее время цифровизация образования в России активно развивается, охватывая различные аспекты обучения и управления образовательными процессами. Рассмотрим несколько значимых проектов и программ:

1. *Яндекс.Образование*: Яндекс.Лицей (2016) – это бесплатные курсы по программированию для школьников 8–10 классов. Проект реализуется совместно с ведущими вузами и IT-компаниями. Результаты: более 130 тысяч выпускников, многие из которых поступают в ведущие технические вузы страны [15].

Яндекс.Учебник (2019). Бесплатная онлайн-платформа с интерактивными заданиями по математике и русскому языку для 1–5 классов. Результаты: более 3,5 миллионов пользователей, повышение уровня знаний и мотивации учащихся [16].

Школа анализа данных (ШАД) (1999). Образовательный проект Яндекса, который готовит специалистов по анализу данных и машинному обучению. ШАД предлагает программы для разных уровней подготовки, от начинающих до профессионалов. Результаты: выпускники ШАД работают в ведущих IT-компаниях и научных центрах [17].

Финансирование данных проектов осуществляется компанией «Яндекс».

2. *СберКласс* [18]: СберКласс (2019) – цифровая образовательная платформа, которая предоставляет доступ к учебным материалам, интерактивным заданиям и инструментам для дистанционного обучения. Проект реализуется Сбером совместно с Министерством просвещения РФ. Финансирование осуществляется Сбером. Результаты: более 2 миллионов пользователей, повышение качества и доступности образования.

3. *Российская электронная школа (РЭШ)* [19]: РЭШ (2017) – национальная образовательная платформа, которая содержит электронные образовательные ресурсы по всем предметам школьной программы. Проект реализуется Министерством просвещения РФ. Финансирование осуществляется из государственного бюджета. Результаты: более 1 миллиона пользователей, повышение качества и доступности образования.

4. *Цифровая образовательная среда (ЦОС)* [20]: ЦОС (2020) – федеральный проект, направленный на создание современной и безопасной цифровой инфраструктуры для образовательных организаций. Проект реализуется Министерством просвещения РФ. Финансирование осуществляется из государственного бюджета. Результаты: повышение уровня оснащенности школ современным оборудованием, создание условий для развития цифровых компетенций учащихся и педагогов.

5. *Университет 2035* [21]: Университет 2035 (2017) – организация, которая занимается развитием системы образования на основе данных, искусственного интеллекта и цифровых технологий. Университет 2035 реализует различные проекты и программы, направленные на повышение качества и доступности образования, развитие кадрового потенциала и цифровой экономики. Финансирование осуществляется из государственного бюджета и внебюджетных источников. Результаты: разработка и внедрение инновационных образовательных технологий, создание цифровых платформ для обучения и развития компетенций.

Стоит отметить, что за последние годы в России заметно увеличился процент приема по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры (с 75,8 % в 2021 г. до 78,8 % в 2022 г.), продолжив тенденцию, наметившуюся годом ранее. Численность обучающихся по указанным программам в расчете на 10 тыс. человек населения в настоящее время достигла максимального значения с 2019 г. – 282 чел.

Наблюдавшийся с 2016 г. спад в выпуске бакалавров, специалистов, магистров в 2022 г. сменился ростом: численность выпускников за 2023 г. увеличилась на 0,4 %, главным образом за счет роста выпуска в области математических и естественных наук (на 5,6 %), здравоохранения и медицинских наук (на 5,4 %). Наибольший темп роста численности обучающихся по сравнению с предыдущим годом отмечается по программам аспирантуры (на 22 %) и подготовки специалистов среднего звена (на 4 %).

По данным Smart Ranking [22], в III квартале 2023 г. рынок онлайн-образования в России показал значительный рост – на 38 % по сравнению с 2022 г.

Важной составляющей в сфере цифровизации образовательной среды выступают edtech-компании – компании, занимающиеся разработкой технологических решений для образования. Они работают со всеми уровнями образования – от начальных школ до университетов и обучения взрослых, создают новые платформы для обучения, контент, приложения и облачные сервисы, которые помогают учителям, студентам и другим участникам образовательного процесса лучше учиться и преподавать.

Суммарная выручка топ-100 крупнейших edtech-компаний России за 2023 год составила 119 млрд руб. (123 млрд – по топ-150), что на 32 % выше 2022 года.

Суммарная выручка топ-100 крупнейших edtech-компаний России в IV квартале 2023 г. составила 34 млрд руб. (36 млрд – по топ-150), что на 24 % выше, чем в IV квартале 2022 года, и на 11 % выше, чем за предыдущий квартал. Более половины выручки всего рейтинга приходится на топ-10 лидеров (более 67 млрд руб.). Лидерство сохранил Skillbox Holding [23].

Дополнительное профессиональное образование (ДПО) по-прежнему остается основным сегментом российского edtech-рынка по доли от суммарной выручки участников рейтинга (таблица 5).

Сегмент детское образование показывает более высокие темпы роста – 39 % против 27 % по ДПО, представители которого столкнулись с серьезной конкуренцией и растущими затратами на привлечение. Крупнейшие edtech-компании по выручке в 2023 г. представлены в таблице 6.

Лидером роста по итогам года при этом стал сегмент «Разработчики и платформы». Если в 2022 г. его выручка увеличилась на 20 % (а многие компании стагнировали или потеряли в показателях), то по итогам 2023 г. он вырос в полтора раза. Основной вклад внесла крупнейшая платформа на рынке Getcourse, которая за год совершила самый большой рывок среди крупных компаний рейтинга, поднявшись с 16-го на 6-е место [23].

Таблица 5 – Основные сегменты российского edtech-рынка [23]

Место	Сегмент	Доля от суммарной выручки участников рейтинга, %	Динамика 2022–2023 гг., %
1	ДПО	35	27
2	Детское образование	30	39
3	Разработчики и платформы	14	49
4	Бизнес-образование	7	17
5	Иностранные языки	6	14

Таблица 6 – Крупнейшие edtech-компании по выручке в 2023 году [23]

Место	Компания	Выручка, IV кв. 2023 г., млн руб.	Выручка, 2023 г., млн руб.	Динамика 2022/2023 гг., %	Динамика IV кв./III кв. 2023 г., %
1	Skillbox Holding	3500	12 340	11,17	нет данных
2	Skyeng	3350	12 000	26,32	8,06
3	«Синергия»	2266	8473	24,26	–25,17
4	«Яндекс.Практикум»	2200	7050	26,57	22,22
5	«Like Центр»	989	5963	13,47	–24,21
6	Getcourse	1800	5000	188,52	28,57
7	«Учи.ру»	1300	4700	42,42	4,00
8	«Компьютерная академия Тор»	1500	4385	56,61	нет данных
9	«Фоксфорд»	1252	4355	52,17	–15,41
10	«Умскул»	960	3510	18,18	10,34

Стоит отметить, что годовой оборот школ, работающих на Getcourse (покрывает около 70 % рынка), который практически не прибавил в 2022 году, за 2023 год отыграл упущенное и показал рекордный рост. Таким образом, можно сказать, что впервые инфобизнес обошел по объемам компании из edtech-рейтинга.

Заключение

Цифровизация образования в России представляет собой сложный, многогранный процесс, наполненный как огромным потенциалом, так и серьезными вызовами. С одной стороны, внедрение цифровых технологий открывает перед системой образования новые горизонты, такие как доступность образовательных ресурсов, интерактивность и развитие актуальных навыков XXI века. С другой стороны, стремительная цифровизация образования сопряжена и с рядом рисков: цифровое неравенство, качество и достоверность информации, а также кибербезопасность.

Несмотря на сложности, российское образование активно движется по пути цифровизации. Реализуются масштабные проекты, такие как «Цифровая образовательная среда» и «Развитие образования» на 2018–2025 годы, направленные на оснащение школ современным оборудованием и развитие цифровых образовательных ресурсов. Edtech-компании играют важную роль в этом процессе, предлагая инновационные решения для обучения и развития.

В целом цифровизация образования – это неизбежный и необходимый процесс, который при грамотном подходе способен значительно повысить качество и доступность образования, подготовить молодое поколение к вызовам будущего. Однако для успешной реализации этого процесса важно учитывать все риски и вызовы, разрабатывать эффективные механизмы поддержки и обеспечения равного доступа к цифровым технологиям, а также формировать культуру ответственного и безопасного использования цифровых инструментов.

Список литературы

1. Reimagining our futures together: a new social contract for education. – Текст : электронный // UNESCO : [сайт]. – 2021. – URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707_.
2. Education Policy Outlook 2019: Working Together to Help Students Achieve their Potential. – Текст : электронный // OECD : [сайт]. – 2019. – URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/2b8ad56e-en/index.html?itemId=/content/publication/2b8ad56e-en>.
3. Ахромеева, Т. С. Смыслы и ценности цифровой реальности: Будущее. Войны. Синергетика / Т. С. Ахромеева,

- Г. Г. Малинецкий, С. А. Посашков // *Философские науки*. – 2017. – № 6. – С. 104–120.
4. Дубровский, Д. И. Электронная культура. Кто против? / Д. И. Дубровский // *Философские науки*. – 2017. – № 2. – С. 50–57.
 5. Кутырев, В. А. О судьбе управления и права в цифровом обществе / В. А. Кутырев // *Юридическая наука и практика: вестник Нижегородской академии МВД России*. – 2019. – № 1(45). – С. 278–281.
 6. Масланов, Е. В. Цифровизация и развитие информационно-коммуникационных технологий: новые вызовы или обострение старых проблем? / Е. В. Масланов // *Цифровой ученый: лаборатория философа*. – 2019. – Т. 2, № 1. – С. 6–21.
 7. Мачерет, Д. А. «Цифровой социализм» или расширение свободы индивида? / Д. А. Мачерет // *Общественные науки и современность*. – 2019. – № 2. – С. 54–65.
 8. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации : Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ : [принят Государственной Думой 21 декабря 2012 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года]. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/.
 9. Национальная программа «Цифровая экономика РФ». – Текст : электронный // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации : официальный сайт. – URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>.
 10. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2018–2025 годы : утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. № 1642. – Текст : электронный. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/3a928e13b4d292f8f71513a2c02086a3/download/1337/>.
 11. Седов, Д. Н. Цифровизация образования в России: риски и проблемы / Д. Н. Седов. – Текст : электронный // *Вестник Бурятского государственного университета. Философия*. – 2021. – Вып. 2. – С. 42–47. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-obrazovaniya-v-rossii-riski-i-problemy>.
 12. Образование в цифрах: 2023 : краткий статистический сборник / Т. А. Варламова, Л. М. Гохберг, О. К. Озерова [и др.] ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Москва : ИСИЭЗ ВШЭ, 2023. – 132 с. – ISBN 978-5-7598-3004-7. – Текст : электронный. – URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/856367924.pdf>.
 13. Национальный проект «Образование». – Текст : электронный // Минпросвещения России : официальный сайт. – URL: <https://edu.gov.ru/national-project>.
 14. Яндекс.Лицей. – Текст : электронный // Образовательные технологии Яндекса : [сайт]. – URL: <https://yandexlyceum.ru/>.
 15. Яндекс.Учебник. – Текст : электронный // Образовательные технологии Яндекса : [сайт]. – URL: <https://education.yandex.ru/uchebnik/main/index>.
 16. Школа анализа данных. – Текст : электронный // Образовательные технологии Яндекса : [сайт]. – URL: <https://shad.yandex.ru/>.
 17. СберКласс. – Текст : электронный // СберОбразование : [сайт]. – URL: <https://sberclass.ru/>.
 18. Российская электронная школа. – Текст : электронный // Российская электронная школа : государственная образовательная платформа : [сайт]. – URL: <https://resh.edu.ru/>.
 19. Цифровая образовательная среда : федеральный проект. – Текст : электронный // Минпросвещения России : официальный сайт. – URL: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/>.
 20. Университет 2035. – Текст : электронный // Университет Национальной технологической инициативы 2035 : [сайт]. – URL: <https://2035.university/>.
 21. Индекс российского edtech-рынка. – Текст : электронный // Smart Ranking : [сайт]. – URL: <https://edtechs.ru/indeks/>.

О. Н. Шарнопольская, А. Р. Манушенко

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Цифровизация в современном образовании: проблемы и возможности**

Освещены актуальные проблемы цифровизации в сфере образования. Проведен анализ финансирования сферы образования, выделены достоинства и недостатки цифровизации, рассмотрены актуальные цифровые образовательные программы в РФ.

Отмечено, что университеты сталкиваются со множеством вызовов, требующих разработки инновационных методов обучения, которые, в свою очередь, имеют непосредственное влияние на качество образовательного процесса и наполненность государства квалифицированными специалистами. Раскрывается понятие цифровизации в образовании и указаны нормативно-правовые акты, регулирующие ее деятельность.

Выделены положительные и отрицательные стороны цифровизации, например то, что образовательные ресурсы становятся доступнее для широкой аудитории, но порождают цифровое неравенство и ставят под угрозу безопасность данных. Подчеркнуто, что одним из основных аспектов успешной реализации цифровизации

образования является финансирование. В 2023 году на реализацию мероприятий государственной политики в сфере образования Федеральным законом от 5 декабря 2022 г. № 466-ФЗ «О федеральном бюджете на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов» предусмотрено 553,7 млрд руб.

Выявлены самые значимые проекты и программы в сфере цифровизации образовательного процесса в РФ:

1. Яндекс.Образование (Яндекс.Лицей и Яндекс.Учебник).
2. СберКласс.
3. Российская электронная школа.
4. Цифровая образовательная среда.
5. Университет 2035.

Рассмотрены также edtech-компании, которые занимаются разработкой технологических решений для образования и приведен их рейтинг. В тройку лидеров входит Skillbox Holding, Skyeng и «Синергия».

Цифровизация образования – это неизбежный и необходимый процесс, который при грамотном подходе способен значительно повысить качество и доступность образования, подготовить молодое поколение к вызовам будущего.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ, ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА, ЦИФРОВОЕ ОБУЧЕНИЕ

O. N. Sharnopolskaia, A. R. Manushenko
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Donetsk National Technical University», Donetsk
Digitalization in Modern Education: Problems and Opportunities

Current problems of digitalization in the education are covered. The analysis of the education sector financing is carried out, the advantages and disadvantages of the digitalization are highlighted, and current digital educational programs in the Russian Federation are considered.

It is noted that universities face many challenges that require the development of innovative teaching methods, which, in turn, have a direct impact on the quality of the educational process and the state's supply of qualified specialists. The concept of the digitalization in education is revealed and the regulations governing its activities are indicated.

The positive and negative aspects of the digitalization are highlighted, for example, the fact that educational resources become more accessible to a wide audience, but create digital inequality and jeopardize data security. It is emphasized that one of the main aspects of the successful implementation of the education digitalization is financing. In 2023, Federal Law № 466-FZ of December 5, 2022 "On the Federal Budget for 2023 and for the Planning Period of 2024 and 2025" provides 553,7 billion rubles for the implementation of state policy measures in the education.

The most significant projects and programs in the digitalization of the educational process in the Russian Federation are identified:

1. Yandex Education (Yandex Lyceum and Yandex Textbook).
2. SberClass.
3. Russian electronic school.
4. Digital educational environment.
5. University 2035.

Edtech companies that develop technological solutions for education are also considered and their rating is given. The top three are Skillbox Holding, Skyeng and Synergy.

Digitalization of education is an inevitable and necessary process that, with the right approach, can significantly improve the quality and accessibility of education and prepare the younger generation for the challenges of the future.

DIGITIZATION, EDUCATION, DIGITAL TECHNOLOGIES, DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT, DIGITAL TRAINING

Сведения об авторах:

О. Н. Шарнопольская

SPIN-код РИНЦ: 9461-5984
 ORCID ID: 0000-0002-0057-0690
 Researcher ID: B-6073-2016
 Телефон: +7 949 309-81-08
 Эл. почта: o.sharnopolskaya@mail.ru

А. Р. Манушенко

Телефон: +7 949 398-06-93
 Эл. почта: Manushenko.Alyona@yandex.ru

Статья поступила 16.05.2024

© О. Н. Шарнопольская, А. Р. Манушенко, 2024

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

АВТОРЫ ЖУРНАЛА

Воронина И. Ф.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Гомаль И. И.	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Губа В. В.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Дробный П. В.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Еремеевич В. А.	ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Зекун Д. Н.	ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Легкий С. А.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Манушенко А. Р.	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Мищенко Н. И.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Молозин Ф. В.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Негурица Р. В.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Пантюхов В. А.	ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Петров А. И.	Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Русов С. Л.	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт научно-технической информации», г. Донецк
Саиян М. М.	ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
Свечкаренко Е. Н.	Государственное бюджетное учреждение «ДОНГИПРОШАХТ», г. Донецк

- Селезнева Н. А. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Скрыпник Т. В. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный университет (МАДИ)», г. Москва
- Судак Ф. М. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Супрун В. Л. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Третьякова Л. Н. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Трусова Т. В. Государственное бюджетное учреждение «ДОНГИПРОШАХТ», г. Донецк
- Федорченко А. Г. Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
- Чучина А. В. ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк
- Шарнопольская О. Н. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

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 $\sum$ (как знак суммы), $\prod$ (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 допуска-

ется создавать рисунки в MS Word. Запрещается внедрять графические материалы в виде объектов связанных с другими программами, например с КОМПАС, MS Excel и т. п. **Таблицы** выполняются в MS Word 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;
- 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: www.vestnik.adidonntu.ru, www.adidonntu.ru