

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

Международный научно-технический журнал

Издается с октября 2004 г.
Выходит 4 раза в год

№ 1(36), 2021

Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute: международный научно-технический журнал / АДИ ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк, 2021. – № 1(36). – 177 с.

Учредитель и издатель: Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет».

Журнал зарегистрирован Министерством информации Донецкой Народной Республики:

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

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

В журнале опубликованы научные труды по техническим и экономическим наукам по следующим группам специальностей: **05.04.02** Тепловые двигатели; **05.22.01** Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте; **05.22.08** Управление процессами перевозок; **05.22.10** Эксплуатация автомобильного транспорта; **05.23.05** Строительные материалы и изделия; **05.23.11** Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей; **05.23.19** Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства; **08.00.05** Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям сферы деятельности...); **08.00.13** Математические и инструментальные методы экономики.

Журнал индексируется и реферируется в базах данных: Google Академия (<http://scholar.google.com.ua>), Science Index **РИНЦ** (<http://elibrary.ru>).

Редакционная коллегия

Главный редактор: Чальцев М. Н. (д-р техн. наук, проф.)

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

Ответственный секретарь: Гуменюк М. М. (канд. экон. наук, доц.)

Члены редакционной коллегии:

Андриенко В. Н. (д-р экон. наук, проф.)

Ангелина И. А. (д-р экон. наук, проф.)

Братчун В. И. (д-р техн. наук, проф.)

Дрозд Г. Я. (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.)

Оробинский В. И. (д-р с.-х. наук, проф.)

Половян А. В. (д-р экон. наук, доц.)

Полуянов В. П. (д-р экон. наук, проф.)

Пухов Е. В. (д-р техн. наук, проф.)

Тимохин В. Н. (д-р экон. наук, проф.)

Солнцев А. А. (д-р техн. наук, доц.)

Сильянов В. В. (д-р техн. наук, проф.)

Хоменко Я. В. (д-р экон. наук, проф.)

Чистяков И. В. (д-р техн. наук, проф.)

Шатров М. Г. (д-р техн. наук, проф.)

Братчун В. И. (д-р техн. наук, проф.)

Башева Т. С. (канд. техн. наук, доц.)

Быков В. В. (канд. техн. наук, доц.)

Губа В. В. (канд. техн. наук, доц.)

Дудников А. Н. (канд. техн. наук, доц.)

Заглада Р. Ю. (канд. экон. наук, доц.)

Легкий С. А. (канд. экон. наук, доц.)

Лихачева В. В. (канд. техн. наук, доц.)

Карпинец А. П. (канд. хим. наук, доц.)

Курган Е. Г. (канд. экон. наук, доц.)

Коновальчик М. В. (канд. техн. наук)

Морозова Л. Н. (канд. техн. наук, доц.)

Николаенко В. А. (канд. техн. наук, доц.)

Никульшин С. В. (канд. техн. наук, доц.)

Самисько Д. Н. (канд. техн. наук, доц.)

Селезнёва Н. А. (канд. экон. наук, доц.)

Скрыпник Т. В. (канд. техн. наук, доц.)

Химченко А. В. (канд. техн. наук, доц.)

Чорноус О. И. (канд. экон. наук, доц.)

Шилин И. В. (канд. техн. наук, доц.)

Издается в соответствии с Решением ученого совета АДИ ГОУВПО «ДОННТУ». Протокол № 7 от 31.03.2021 г.

Адрес редакции: 84646, г. Горловка, ул. Кирова, 51, Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Тел.: +38 (06224) 4-88-04, +38 (071) 331-45-58.

Эл. почта: vestnik-adi@adidonntu.ru

Интернет: www.vestnik.adidonntu.ru, www.adidonntu.ru

ISSN 1990-7796

Подписано в печать 31.03.2021 г.

Формат 70 × 90/16. Заказ № 90. Тираж 100 экз.

Печать: АДИ ГОУВПО «ДОННТУ».

Распространяется бесплатно

© Авторы статей, 2021

© АДИ ГОУВПО «ДОННТУ», 2021

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC
AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE
OF STATE EDUCATIONAL ESTABLISHMENT
OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
«DONETSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY»**

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

International scientific and technical journal

Published since October 2004
Issued four times per year

№ 1(36), 2021

Вестн Автономно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute: international scientific and technical journal / ARI DONNTU – Donetsk, 2021. – № 1(36). – 177 p.

Founder and publisher: Automobile and Road Institute of State Educational Establishment of Higher Professional Education «Donetsk National Technical University».

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

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

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

Journal contains scientific studies on technical and economic sciences on following groups of specialties: **05.04.02** Heat Engines; **05.22.01** Transport and Transport and Technological Systems of the country, its regions and cities, Production Organization in Transport; **05.22.08** Transportation Process Management; **05.22.10** Automobile Transport Maintenance; **05.23.05** Construction Materials and Products; **05.23.11** Design and Construction of Highways, Underground Railroads, Airfields, Bridges and Transport Tunnels; **05.23.19** Ecological Safety of Construction and Municipal Services; **08.00.05** Economics and National Economy Management (by branches of activity...); **08.00.13** Mathematical and Instrumental Methods of Economics.

Journal is indexed in abstract and bibliographic databases: Google Academy (<http://scholar.google.com.ua>), Science Index **RISC** (<http://elibrary.ru>).

Editorial Board:

Editor-in-Chief: Chaltsev M. N. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

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

Executive Secretary: Gumeniuk M. M. (Cand. of Econ. Sc., Assoc. Prof.)

Members of the Editorial Board:

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

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

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

Drozd G. Ya. (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.)

Orobinskii V. I. (Dr. of Agric. Sc., Prof.)

Polovian A. V. (Dr. of Econ. Sc., Assoc. Prof.)

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

Pukhov E. V. (Dr. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

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

Solntsev A. A. (Dr. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

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

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

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

Shatrov M. G. (Dr. of Tech. Sc., Prof.)

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

Bashevaia T. S. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Bykov V. V. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Guba V. V. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Dudnikov A. N. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Zaglada R. Yu. (Cand. of Econ. Sc., Assoc. Prof.)

Legkii S. A. (Cand. of Econ. Sc., Assoc. Prof.)

Likhacheva V. V. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Karpinets A. P. (Cand. of Chem. Sc., Assoc. Prof.)

Kurgan E. G. (Cand. of Econ. Sc., Assoc. Prof.)

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

Morozova L. N. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Nikolaenko V. L. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Nikulshin S. V. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Samisko D. N. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Selezneva N. A. (Cand. of Econ. Sc., Assoc. Prof.)

Skrypnik T. V. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Khimchenko A. V. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Chornous O. I. (Cand. of Econ. Sc., Assoc. Prof.)

Shilin I. V. (Cand. of Tech. Sc., Assoc. Prof.)

Published in accordance with the decision of the Academic Council of the Automobile and Road Institute of the State Educational Establishment of Higher Professional Education «DONNTU». Protocol № 7 of 31.03.2021.

Editorial Office address: Kirov St., 51, Gorlovka 84646, Automobile and Road Institute of the State Educational Establishment of Higher Professional Education «Donetsk National Technical University».

Tel.: +38 (06224) 4-88-04, +38 (071) 331-45-58.

E-mail: vestnik-adi@adidonntu.ru

Website: www.vestnik.adidonntu.ru, www.adidonntu.ru

ISSN 1990-7796

Signed for posting and printing 31.03.2021 r.

Format 70 × 90/16. Order № 90. Circulation of 100 copies.

Printed: Automobile and Road Institute of DONNTU.

Distributed free of charge.

© Authors, 2021

© ARI DONNTU, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ТРАНСПОРТ	9
<i>А. Н. Дудников, А. В. Меженков, А. В. Бражник</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА ГОРЛОВКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА	9
<i>А. В. Химченко, Н. И. Мищенко, Д. А. Дрючин, В. Р. Мамонтов, О. В. Савчук</i>	
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ СЕРИЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ГИДРОПРИВОДА МЕХАНИЗМА ОСТАНОВКИ ПОРШНЯ	15
<i>А. П. Вовк, М. С. Яворенко</i>	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАСЧЕТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ	27
<i>А. П. Вовк, Е. С. Кисель, А. С. Даниленко</i>	
ИНФОРМАЦИОННО-СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ	34
<i>В. В. Быков, А. Н. Пьянков</i>	
КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ М1 ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ	42
<i>И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, В. С. Перов, С. М. Шаповалов, И. А. Троицкий, Ф. В. Молозин</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКАЗА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ...	50
<i>Д. В. Николаенко, В. А. Николаенко, В. С. Синица</i>	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНЫМ ПОТОКОМ	56
<i>А. П. Карпинец, М. В. Барбашова</i>	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКООКТАНОВЫХ БЕНЗИНОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ СИНТЕЗА ПАВ	67
<i>М. Ю. Ткачёв</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПАРКИНГОВ	82
<i>С. В. Никульшин, Б. В. Намаконов, Д. С. Никульшин, П. Ю. Стефанов</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ В СИСТЕМЕ АВТОСЕРВИСА	91
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ	99
<i>В. И. Братчун, К. Р. Губа</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА В АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ	99
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	106
<i>С. П. Высоцкий, Д. А. Плотников, В. В. Мамеев</i>	
СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОСАДКОВ ШАХТНЫХ ВОД ДОНБАССКОГО РЕГИОНА ПОСЛЕ УМЯГЧЕНИЯ РЕГЕНЕРАТИВНЫМ ПРОДУКТОМ ОТХОДОВ САМОСПАСАТЕЛЕЙ	106
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	115
<i>В. Н. Антонов</i>	
ИЗМЕНЯЮЩИЕСЯ РЫНОЧНЫЕ УСЛОВИЯ КАК ПРЕДПОСЫЛКА СОВРЕМЕННОЙ ДОКТРИНЫ МАРКЕТИНГА ТЕРРИТОРИЙ	115

Е. В. Савельева, А. А. Прядко

РОЛЬ ПУБЛИК РЕЛЕЙШНЗ В ФОРМИРОВАНИИ БЛАГОПРИЯТНОГО HR-БРЕНДА
ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНКЕ ТРУДА 126

П. Ю. Ткачук

К ВОПРОСУ О ЛОГИКЕ РАЗРАБОТКИ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ 135

О. И. Черноус, Е. А. Новицкая

ЗНАЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР 146

М. М. Гуменюк, Т. В. Гоман

РАЗРАБОТКА АБСТРАКТНОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
ОПЕРАТОРА СВЯЗИ 154

В. О. Бессарабов

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭВОЛЮЦИОННО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РАЗВИТИЮ ТЕОРИИ
И МЕТОДОЛОГИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 164

TABLE OF CONTENTS

TRANSPORT	9
<i>A. N. Dudnikov, A. V. Mezhenkov, A. V. Brazhnik</i>	
PROSPECTS OF THE GORLOVKA ROAD NETWORK DEVELOPMENT TO OPTIMIZE THE TRAFFIC FLOW.....	9
<i>A. V. Khimchenko, N. I. Mishchenko, D. A. Driuchin, V. R. Mamontov, O. V. Savchuk</i>	
POSSIBILITY PRELIMINARY ASSESSMENT OF USING THE LUBRICATION SYSTEM OF A SERIAL ENGINE TO POWER THE HYDRAULIC DRIVE OF THE PISTON STOPPING MECHANISM.....	15
<i>L. P. Vovk, M. S. Iavorenko</i>	
INFORMATION TECHNOLOGY IN THE COMPUTER-AIDED DESIGN AND THE CALCULATION OF AUTOMOBILE PARTS.....	27
<i>L. P. Vovk, E. S. Kisel, A. S. Danilenko</i>	
INFORMATION AND SYSTEM MODELLING IN THE PROBLEMS OF THE FRACTURE MECHANICS.....	34
<i>V. V. Bykov, A. N. Piankov</i>	
MONITORING THE BRAKE DISCS TECHNICAL STATE OF THE CATEGORY M1 CARS BASED ON THE RESULTS OF THE INSTRUMENTAL DIAGNOSTICS.....	42
<i>I. F. Voronina, F. M. Sudak, V. S. Perov, S. M. Shapovalov, I. A. Troitskii, F. V. Molozin</i>	
OPTIMIZATION OF THE SPARE PARTS ORDER AT THE MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES.....	50
<i>D. V. Nikolaenko, V. L. Nikolaenko, V. S. Sinitsa</i>	
INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES IN THE TRAFFIC CONTROL.....	56
<i>A. P. Karpinets, M. V. Barbashova</i>	
PHYSICOCHEMICAL LAWS AND PHYSICAL METHODS OF THE TECHNOLOGY RESEARCH FOR THE HIGH-OCTANE GASOLINE PRODUCTION FROM THE INDUSTRIAL WASTES OF THE SURFACTANT SYNTHESIS.....	67
<i>M. Yu. Tkachev</i>	
JUSTIFICATION FOR THE BLADELESS FAN USE IN THE DEVELOPMENT OF THE PARKING VENTILATION SYSTEMS.....	82
<i>S. V. Nikulshin, B. V. Namakonov, D. S. Nikulshin, P. Yu. Stefanov</i>	
DETERMINATION OF THE ENTERPRISE PRODUCTION CAPACITY IN THE AUTOSERVICE SYSTEM.....	91
HIGHWAY CONSTRUCTION AND MAINTENANCE	99
<i>V. I. Bratchun, K. R. Guba</i>	
GRANULATED MATERIAL USE IN THE ROAD CONCRETE MIX FOR THE ROAD PAVEMENT REPAIR.....	99
ENVIRONMENT PROTECTION	106
<i>S. P. Vysotskiy, D. A. Plotnikov, V. V. Mamaev</i>	
SEDIMENTATION ANALYSIS OF THE DONBASS REGION MINE WATER SLUDGE AFTER SOFTENING WITH A REGENERATIVE PRODUCT OF THE SELF-RESCUER WASTES.....	106
ECONOMICS AND MANAGEMENT	115
<i>V. N. Antonov</i>	
CHANGING MARKET CONDITIONS AS A PREREQUISITE OF THE TERRITORY MARKETING MODERN DOCTRINE.....	115

E. V. Saveleva, A. A. Priadko

PUBLIC RELATIONS ROLE IN THE FORMATION OF THE ENTERPRISE FAVOURABLE
HR-BRAND IN THE LABOUR MARKET 126

P. Yu. Tkachuk

TO THE QUESTION OF THE DEVELOPMENT LOGIC OF THE LUGANSK PEOPLE'S
REPUBLIC UNIFIED DIGITAL SOCIO-ECONOMIC PLATFORM 135

O. I. Chornous, E. A. Novitskaia

THE INFORMATION VALUE IN THE SYSTEM OF ENSURING THE ECONOMIC SECURITY
OF THE BUSINESS STRUCTURES 146

M. M. Gumeniuk, T. V. Goman

AN ABSTRACT MODEL DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION OF THE TELECOMS
OPERATOR 154

V. O. Bessarabov

THE CONCEPT OF THE DEVELOPMENT STRATEGY FORMATION FOR INDUSTRIAL
ENTERPRISES IN THE TRANSITION TO THE KNOWLEDGE ECONOMY 164

ТРАНСПОРТ

УДК 656.13.05 + 625.72

А. Н. Дудников, канд. техн. наук, А. В. Меженков, А. В. Бражник

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА ГОРЛОВКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Рассмотрен вопрос оптимизации движения транспортных потоков в условиях города. Необходимость решения данного вопроса возникла из-за неоптимального состояния улично-дорожной сети города, заключающегося в росте интенсивности движения на отдельных элементах центральной части улично-дорожной сети города. Оптимизация условий дорожного движения предполагается путем проектирования новых участков улично-дорожной сети города.

Ключевые слова: сеть улично-дорожная, поток транспортный, перепробег, загруженность дороги, происшествия дорожно-транспортные

Постановка проблемы

Повышение уровня автомобилизации приводит не только к повышению комфорта передвижения, но и к появлению транспортных проблем, среди которых можно выделить: загруженность движением городских магистралей и появление заторов, повышение уровня аварийности, ухудшение экологической ситуации. В настоящее время эти проблемы являются самыми актуальными в мире, поэтому их решение является важным и первоочередным.

Анализ последних исследований и публикаций

Развитие транспортной инфраструктуры городов – одна из важнейших задач мира. Решение этой задачи обеспечит наилучшие условия движения в рамках различных моделей уплотнения городов, поскольку развитие транспорта и транспортной системы – приоритет государства и основа экономики страны [1]. Проблемами сокращения времени перемещений с достаточным уровнем комфорта в населенных пунктах, которые наиболее сильно проявляются в мегаполисах и городах с исторической застройкой, занимались М. С. Фишельсон, Е. М. Лобанов, В. В. Прокопенко, Е. В. Петерс, Г. А. Менделев [2–6] и др. Однако эти исследования направлены на планировку новых населенных пунктов, а не на необходимость реконструкции уже существующей улично-дорожной сети (УДС), связанную с изменениями значения районов и появлением новых мест массового притяжения пешеходов и транспорта.

Целью исследования является анализ улично-дорожной сети города Горловки и разработка рекомендаций по ее усовершенствованию, реализация которых позволит существенно снизить транспортную нагрузку на наиболее аварийно-опасных перекрестках города и значительно снизить перепробеги транспортных средств; разработка методики оценки эффективности предлагаемой схемы улично-дорожной сети города.

Изложение основного материала исследования

Анализ улично-дорожной сети города Горловки показал, что сеть ее улиц и дорог складывалась и развивалась исторически: вблизи шахт и предприятий производилось строительство поселков для проживания их работников, а затем жилмассивы соединялись путями сообщения между собой.

1. В связи с тем, что два больших жилмассива – Солнечный и Восточный Калининского района располагаются в северо-восточной части города, связь с центром необходимо расположить севернее площади Восстания.

Наиболее рациональным решением данной проблемы является организация связи между улицами Маршала Пересыпкина и Моисеенко. Это возможно осуществить через улицы Крылова и Крюковскую, или улицы Можайского и Микояна, и улицу Никитовскую, расположенную возле Горловского молокозавода, а также организовать проезд через «тоннель».

В настоящее время практически отсутствует движение поездов в районе «тоннеля», что позволяет организовать строительство полноценной двухуровневой развязки автомобильной и железной дорог.

Организация такой связи отмеченных районов позволит существенно разгрузить площадь Восстания и уменьшить перепробеги автотранспорта, движущегося из Солнечного и Восточного жилмассивов в центр города.

2. Территория жилмассива Солнечный большая и густонаселенная, что обуславливает большое количество автотранспорта на нем. Однако связь с внешними магистралями осуществляется: в северной части – в сторону жилмассива Восточный (движение малой интенсивности), в западной части основной поток транспорта осуществляет въезд и выезд по улицам одностороннего движения Рогозина и Шепелева.

При этом следует отметить, что в непосредственной близости от этих улиц располагаются школы № 41 и № 53, городская поликлиника № 4, Городской дворец молодежи «Искра», администрация Калининского района.

Для снижения транспортной нагрузки на эти улицы и отвода автомобилей от потенциальных мест возникновения дорожно-транспортных происшествий предлагается осуществить дополнительную связь указанного жилмассива с улицей Маршала Пересыпкина от конечной остановки автобусного маршрута № 26 (ул. Малыныча) возле Металлобазы и рынка «Александрия» до проектируемого перекрестка (обозначим его черным кругом на рисунке 2).

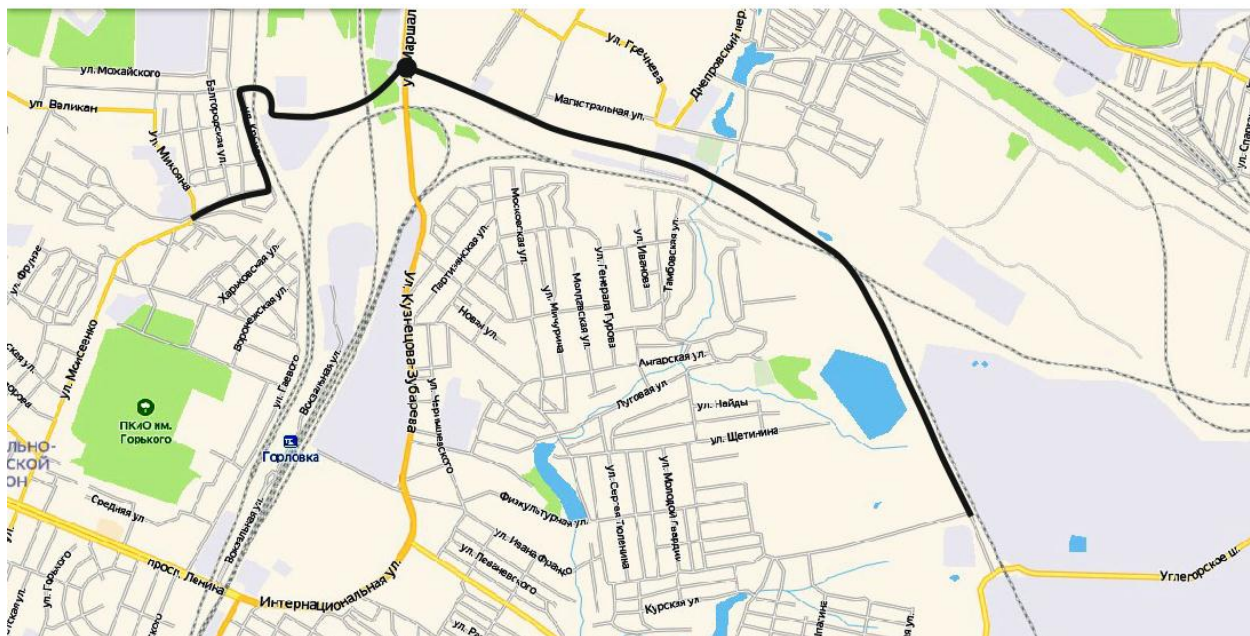


Рисунок 2 – Схема проектируемых улиц

При этом по данной дороге будет осуществляться наикратчайшая связь с центром города, поскольку в месте выезда на улицу Маршала Пересыпкина будет организовано вышеуказанное движение через двухуровневую развязку в сторону улицы Моисеенко и далее в центр города.

3. Одним из наиболее аварийных пересечений в городе Горловке является пересечение улицы Интернациональной с улицей Горловской Дивизии. Через данный перекресток осуществляется движение не только местного транспорта, но и транзитное движение транспорта из соседних городов в сторону КПВП «Майорск» и их движение в обратном направлении.

Для снижения интенсивности левоповоротных маневров со стороны площади Кирова предлагается возобновить строительство дороги, связывающей Углегорское шоссе и жилмассив Солнечный, начатое еще во времена СССР, с дальнейшим выездом на предложенный выше проектируемый перекресток.

Схема предложенных выше мероприятий приведена на рисунке 2.

Оценку эффективности новой схемы УДС предлагается проводить с учетом изменения параметров движения по сравнению с движением по существующей УДС. Учет изменения параметров движения предлагается выполнить с помощью следующих коэффициентов:

– K_L – учитывающий перепробеги транспортных средств при существующей УДС:

$$K_L = \frac{\Delta L}{L_C}, \quad (1)$$

где L_C – расстояние между центрами районов (жилмассивов) по существующей УДС,

ΔL – уменьшение пробега транспортных средств при движении по новой УДС по сравнению с движением по существующей УДС, определяется по формуле:

$$\Delta L = L_C - L_H, \quad (2)$$

где L_H – расстояние между центрами районов (жилмассивов) по новой УДС;

– K_P – учитывающий количество мест концентрации ДТП на пути следования транспортных потоков:

$$K_P = \frac{\Delta n_P}{n_{PC}}, \quad (3)$$

где n_{PC} – количество проезжаемых мест концентрации ДТП при движении между центрами районов (жилмассивов) по существующей УДС,

Δn_P – уменьшение количества проезжаемых мест концентрации ДТП при движении по новой УДС по сравнению с движением по существующей УДС определяется по формуле

$$\Delta n_P = n_{PC} - n_{PH}, \quad (4)$$

где n_{PH} – количество проезжаемых мест концентрации ДТП при движении между центрами районов (жилмассивов) по новой УДС;

– K_t – учитывающий потери времени на передвижение:

$$K_t = \frac{\Delta t}{t_C}, \quad (5)$$

где t_C – время, затрачиваемое на передвижение между центрами районов (жилмассивов) по существующей УДС,

Δt – снижение потерь времени, затрачиваемого на передвижение между центрами районов (жилмассивов) по новой УДС по сравнению с движением по существующей УДС, определяется по формуле

$$\Delta t = t_C - t_H, \quad (6)$$

где t_H – время, затрачиваемое на передвижение между центрами районов (жилмассивов) по новой УДС.

Учитывая возможность изменения как одного, так и нескольких параметров при осуществлении движения по новой УДС, предлагаем оценку эффективности новой схемы УДС проводить с помощью итогового коэффициента, включающего (1), (3) и (5):

$$K_{\Sigma} = [K_L \cdot K_P \cdot K_t]^{-\frac{1}{3}}. \quad (7)$$

Для итогового коэффициента предлагаем установить следующие значения эффективности реализации новой УДС:

$K_{\Sigma} = 0$ – нет эффекта от предложенной УДС;

$K_{\Sigma} \geq 1$ – есть положительный эффект и предложенная УДС рекомендуется к внедрению.

Таким образом, внедрение предложенных мероприятий по усовершенствованию улично-дорожной сети позволит существенно снизить нагрузку на наиболее аварийно-опасных перекрестках города: площади Восстания и пересечении улицы Интернациональной и Горловской дивизии; а также значительно снизить перепробеги транспортных средств.

Выводы

В работе был выполнен анализ улично-дорожной сети города Горловки, выявлены недостатки и разработаны рекомендации по ее усовершенствованию, реализация которых позволит существенно снизить транспортную нагрузку на наиболее аварийно-опасных перекрестках города и значительно снизить перепробеги транспортных средств. Также была предложена методика оценки эффективности предлагаемой схемы улично-дорожной сети города с коэффициентом и оценочной шкалой.

Список литературы

1. Санников, С. П. Транспортная инфраструктура в моделях уплотнения городов / С. П. Санников, В. Д. Тимоховец, А. Ю. Кузук // Транспортное строительство. – 2019. – № 2. – С. 2–5.
2. Фишельсон, М. С. Транспортная планировка городов / М. С. Фишельсон. – Москва : Высшая школа, 1985. – 239 с.
3. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов : учебник для студентов вузов / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1990. – 240 с.
4. Прокопенко, В. В. Транспорт в планировке городов / В. В. Прокопенко. – Волгоград : ВолгГТУ, 2019. – 99 с. – ISBN 978-5-9948-3352-0.
5. Петерс, Е. В. Градостроительство и планирование населенных мест : текст лекций / Е. В. Петерс. – Кемерово : ГУ КузГТУ, 2005. – 163 с. – ISBN 5-89070-460-5.
6. Менделев, Г. А. Транспорт в планировке городов / Г. А. Менделев. – Москва : МАДИ (ГТУ), 2005. – 135 с.

А. Н. Дудников, А. В. Меженков, А. В. Бражник

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Перспективы развития улично-дорожной сети города Горловки для оптимизации движения транспортного потока

Повышение уровня автомобилизации приводит не только к повышению комфорта передвижения, но и к появлению транспортных проблем, среди которых можно выделить: загруженность движением городских магистралей и появление заторов, повышение уровня аварийности, ухудшение экологической ситуации. В настоящее время эти проблемы являются самыми актуальными в мире, поэтому их решение является важным и первоочередным.

Анализ улично-дорожной сети города Горловки показал, что сеть ее улиц и дорог складывалась и развивалась исторически: строительство поселков происходило вблизи шахт и предприятий для проживания их работников, а затем жилмассивы соединялись путями сообщения между собой.

Для снижения транспортной нагрузки и уменьшения перепробегов транспортных средств необходимо рассмотреть возможность дополнительного соединения западной и восточной частей города друг с другом.

При разработке мероприятий по оптимизации развития улично-дорожной сети города Горловки применялись следующие критерии:

- уменьшение пробега транспортных средств;
- снижение аварийности;

- снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду;
- снижение транспортной нагрузки на отдельные улицы города;
- минимальные капиталовложения.

Оценку эффективности новой схемы улично-дорожной сети (УДС) предлагается проводить с учетом изменения параметров движения по сравнению с движением по существующей УДС. Учет изменения параметров движения предлагается выполнить с помощью следующих коэффициентов:

- K_L – учитывающий перепробеги транспортных средств при существующей УДС;
- K_p – учитывающий количество мест концентрации ДТП на пути следования транспортных потоков;
- K_t – учитывающий потери времени на передвижение.

Таким образом, внедрение предложенных мероприятий по усовершенствованию УДС позволит существенно снизить нагрузку на наиболее аварийно-опасных перекрестках города: площади Восстания и пересечении улицы Интернациональной и Горловской дивизии; а также значительно снизить перепробеги транспортных средств.

СЕТЬ УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ, ПОТОК ТРАНСПОРТНЫЙ, ПЕРЕПРОБЕГ, ЗАГРУЖЕННОСТЬ ДОРОГИ, ПРОИСШЕСТВИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ

A. N. Dudnikov, A. V. Mezhenkov, A. V. Brazhnik

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Prospects of the Gorlovka Road Network Development to Optimize the Traffic Flow

The increase in the motorization level leads not only to the increase in the comfort of movement, but also to the emergence of the transport problems, among which the traffic congestion on the urban highways, the accident rate growth, the deterioration of the environmental situation can be singled out. Today, these problems are the most urgent in the world, so their solution is important and of the highest priority. The analysis of the Gorlovka network of streets showed that it was formed and developed historically: the construction of settlements took place near mines and enterprises for their workers' dwelling, and then the residential areas were connected with each other by means of roads.

To reduce the traffic load and the vehicle overruns, it is necessary to consider the possibility of additional connection of the city western and eastern parts with each other. When developing measures to optimize the development of the Gorlovka road network, the following criteria were applied:

- the vehicle mileage reduction;
- the accident reduction;
- the reduction of the transport harmful effects on the environment;
- the reduction of the traffic load on certain streets of the city;
- the minimum investment.

It is proposed to evaluate the effectiveness of the new road network scheme taking into account the changes in the traffic parameters in comparison with the traffic on the existing road network. It is proposed to take into account the change in the motion parameters using the following coefficients:

- K_L – taking into account the overruns of vehicles with the existing road network;
- K_p – taking into account the number of places of the road traffic accidents concentration along the route of the transport flows;
- K_t – taking into account the loss of the movement time.

Thus, the implementation of the proposed measures to improve the road network significantly will allow to reduce the load at the most hazardous intersections of the city: Vosstaniya Square and the intersection of the Internatsionalnaya and Gorlovskaya Diviziya Streets; and the vehicle overruns will be significantly reduced.

NETWORK OF STREETS, TRANSPORT FLOW, OVERRUN, ROAD CONGESTION, ROAD ACCIDENT

Сведения об авторах:

А. Н. Дудников

SPIN-код: 8393-4943
 ORCID ID: 0000-0001-5082-3038
 SCOPUS: H-8611-2016
 Телефон: +38 (071) 301-98-50
 Эл. почта: andudnikov@rambler.ru

А. В. Меженков

SPIN-код: 3845-0179
 Телефон: +38 (071) 338-20-85
 Эл. почта: ekar8481@mail.ru

А. В. Бражник

Телефон: +38 (071) 360-37-75

Статья поступила 25.01.2021

© А. Н. Дудников, А. В. Меженков, А. В. Бражник, 2021

Рецензент: Д. Н. Самисько, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

УДК 621.432 + 004.942

А. В. Химченко, канд. техн. наук¹, Н. И. Мищенко, д-р техн. наук¹,
Д. А. Дрючин, канд. техн. наук², В. Р. Мамонтов¹, О. В. Савчук¹

1 – Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

2 – ФГОУВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ СЕРИЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ГИДРОПРИВОДА МЕХАНИЗМА ОСТАНОВКИ ПОРШНЯ

Приведены результаты исследования возможности использования системы смазки серийного двигателя внутреннего сгорания для отключения цилиндров остановкой поршня в экспериментальном образце бесшатунного четырехцилиндрового бензинового двигателя. На основе имитационного моделирования получены результаты оценки быстродействия механизма при одновременном отключении или подключении нескольких цилиндров. Выявлены факторы, создающие отрицательные эффекты и требующие внесения конструктивных изменений в отдельные узлы экспериментального образца двигателя.

Ключевые слова: бесшатунный двигатель, механизм отключения цилиндров, гидравлический привод, имитационное моделирование, Matlab Simulink

Введение

Автомобильный транспорт начал свое шествие по миру именно тогда, когда появился приемлемый по своим размерам и экономичности источник энергии – двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Несмотря на то, что новаторские решения затрагивают в автомобиле практически все его элементы, развитие автономных источников энергии всегда будет определять перспективы развития автомобильного транспорта. Пока ДВС остается сердцем современного автомобиля. Одной из причин этого является большое количество неиспользованных резервов улучшения его характеристик, повышения удельных мощностных показателей, снижения выбросов вредных компонентов в отработавших газах. Снижение вредных выбросов, к которым сегодня относят CO₂, непосредственно связано со снижением расхода топлива. Фактически борьба за экологию ДВС в большинстве своем сводится к мероприятиям по снижению расхода топлива. Особенно это актуально для бензиновых двигателей.

Среди прочих мероприятий в последние годы выделяется технология отключения цилиндров на частичных нагрузках. Этому посвящено достаточно много работ [1–13]. В различных вариантах такой метод регулирования мощности пытаются применять как для бензиновых, так и для дизельных двигателей, двигателей, работающих на газовом топливе, гибридных силовых установок. Отключение цилиндров может дать дополнительный эффект, в том числе при организации рабочего процесса по циклу Миллера.

Одной из основных особенностей большинства работ является попытка реализации отключения цилиндров на двигателе с кривошипно-шатунным механизмом. Это условие усложняет процесс остановки поршня, что, как правило, не рассматривается, и не позволяет избавиться от сопровождающих движение механических потерь. Такая остановка возможна при реализации технологии на бесшатунном двигателе с кривошипно-кулисным механизмом [13].

Проведенные исследовательские и конструкторские работы позволяют утверждать, что в современных условиях такой двигатель может быть создан и доведен до серийного образца. Однако создание экспериментального образца в условиях вузовской науки, с одной стороны, затягивает процесс, а с другой – требует жесткой экономии средств. Существенную помощь оказывает применение средств математического и компьютерного моделирования.

Один из вопросов, возникших при проектировании экспериментального образца, это возможность применения штатной гидравлической системы смазки ДВС для гидропривода механизма отключения цилиндров. **Целью данного исследования** была предварительная оценка возможности одновременной работы гидропривода отключения от одного до трех цилиндров в четырехцилиндровом бензиновом двигателе.

Предпосылки и результаты предшествующих исследований

Конструкция разрабатываемого двигателя является оригинальной, поэтому опираться на чьи-либо исследования не представляется возможным. Для сокращения затрат и объема экспериментальных исследований авторами в качестве инструмента был выбран системный подход на основе имитационного моделирования в среде Matlab Simulink. Фактически имитационное моделирование является единственным способом получения информации о процессах, происходящих в сложной технической системе во время ее работы, особенно на этапе разработки. В связи с этим для исследуемого двигателя и, в частности, экспериментального образца разрабатываются математические и имитационные модели. Так, на данный момент получены модели рабочего процесса [14], динамики кривошипно-кулисного механизма [15] и гидропривода отключения цилиндра [16]. В конечном итоге это позволит получить информацию о работе двигателя в целом и о взаимодействии отдельных элементов в зависимости от эксплуатационных режимов.

Модель гидропривода отключения отдельного цилиндра основывалась на реальных конструктивных параметрах экспериментального узла механизма отключения цилиндров (МОЦ), с уточнением моделей отдельных элементов на основе экспериментов. Моделирование показало, что силы сопротивления, возникающие в цилиндропоршневой группе, при давлении ниже 0,2 МПа могут нарушать работу механизма [16]. Так как при подключении к системе смазки давление на входе в гидропривод МОЦ будет меняться в зависимости от режима работы двигателя и состояния отдельных узлов в системе смазки, имитационная модель была расширена. В нее был включен упрощенный цифровой двойник усредненной системы смазки бензинового двигателя аналогичного объема [17]. Это позволило рассмотреть работу МОЦ в различных вариантах включения – отключения: одного цилиндра, двух или трех одновременно.

Вопросы, на которые должно было ответить имитационное моделирование на данном этапе:

- каково быстродействие механизма отключения цилиндров при подключении от системы смазки двигателя на различных скоростных режимах;
- достаточно ли давление, создаваемое штатным масляным насосом двигателя, для отключения цилиндров;
- есть ли взаимное влияние механизмов при одновременной работе;
- как влияет гидропривод механизма на работу системы смазки двигателя.

Ответ на последний вопрос был опубликован ранее [17] и в данной статье рассматриваться не будет.

Условия проведения численного эксперимента

При проведении численного эксперимента на вход имитационной модели подавались последовательные сигналы на остановку поршня и его последующее подключение. Длительность импульса составляла 0,6 секунды. В течение 2 секунд имитировалась работа двигателя при постоянной частоте вращения коленчатого вала. На смену работы гидропривода из-за изменения частоты вращения отводилось 0,2 секунды.

В течение эксперимента рассматривалось 5 скоростных режимов работы: 800 мин^{-1} , 1500 мин^{-1} , 2250 мин^{-1} , 3500 мин^{-1} , 5000 мин^{-1} . Давление в цилиндре двигателя соответствовало нагрузке около 40 %.

Перед экспериментом параметры моделей настраивались таким образом, чтобы результаты эксперимента без ограничения по времени записывались в mat-файл с соответствующим именем эксперимента.

В качестве решателя был выбран алгоритм daessc.

При выборе решателя для симуляции модели учитывались следующие характеристики:

- системная динамика;
- устойчивость решения;
- скорость расчета.

Решатель daessc вычисляет состояние модели на следующем временном шаге путем решения систем дифференциально-алгебраических уравнений, полученных из моделей Simscape. По утверждению авторов он предоставляет надежные алгоритмы, специально разработанные для моделирования дифференциально-алгебраических уравнений, возникающих при моделировании физических систем.

Работа решателя была протестирована на упрощенной модели системы смазки. Он показал более высокую точность и скорость расчета на участках, где динамика не наблюдалась, и результат, аналогичный другим методам и алгоритмам, на участках с высокой динамикой. В первую очередь он сравнивался с методами, позволяющими решать жесткие задачи.

При моделировании с помощью метода Dormand-Prince или других, основанных на формуле Рунге-Кутты, моделирование приходило к практической остановке решения в некоторых точках. То есть даже при невысокой точности расчета в отдельных случаях расчет очень сильно замедлялся из-за значительного уменьшения шага.

Решатели, предназначенные для жестких задач, показывали более высокую производительность, но на стабильном участке расчета приводили к колебаниям в результате. При этом скорость решения на различных участках мало изменялась.

Для обеспечения приемлемого соотношения точности и скорости расчета максимальное значение шага по времени было установлено $0,001 \text{ с}$, относительная точность метода 10^{-5} .

Обсуждение результатов исследования работы механизма на имитационной модели

Отключение цилиндра осуществляется поворотом штока. Время поворота штока на угол 90° является максимальным временем срабатывания механизма. Предварительные экспериментальные исследования показали необходимость поворота на угол не более 45° . Момент отключения может происходить значительно раньше. Это зависит от режима работы и конструктивных особенностей механизма отключения. Но уже время поворота штока (рисунок 1) показывает, что по углу поворота коленчатого вала процесс отключения может растягиваться, в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, на несколько циклов.

Результаты показали, что за время $0,6 \text{ секунд}$ при отключении одного цилиндра шток успевает повернуться на свой максимальный угол около 90° только при частотах вращения от 1500 мин^{-1} . На минимальной частоте вращения холостого хода угол поворота составляет $0,6 \text{ рад}$. При такой скорости поворота вероятность отключения цилиндров за $0,6 \text{ с}$ снижается.

В случае отключения – подключения двух цилиндров угол уменьшается. Причина – недостаточное давление и расход масла в гидроприводе механизма.

При моделировании системы учитывалось влияние рабочего процесса на сопротивление повороту штока. Это показало неравномерность в работе отдельных механизмов. Так, средняя скорость подключения второго цилиндра значительно ниже при работе на малых частотах вращения коленчатого вала. За отведенное время на частоте холостого хода гидроцилиндр поворачивал шток не более чем на 10 градусов. Это, вероятно, не позволит отключить цилиндр за данный промежуток времени. При частоте вращения коленчатых валов 1500 мин^{-1} первый цилиндр успевает отключиться, а второй – с определенной вероятностью нет.

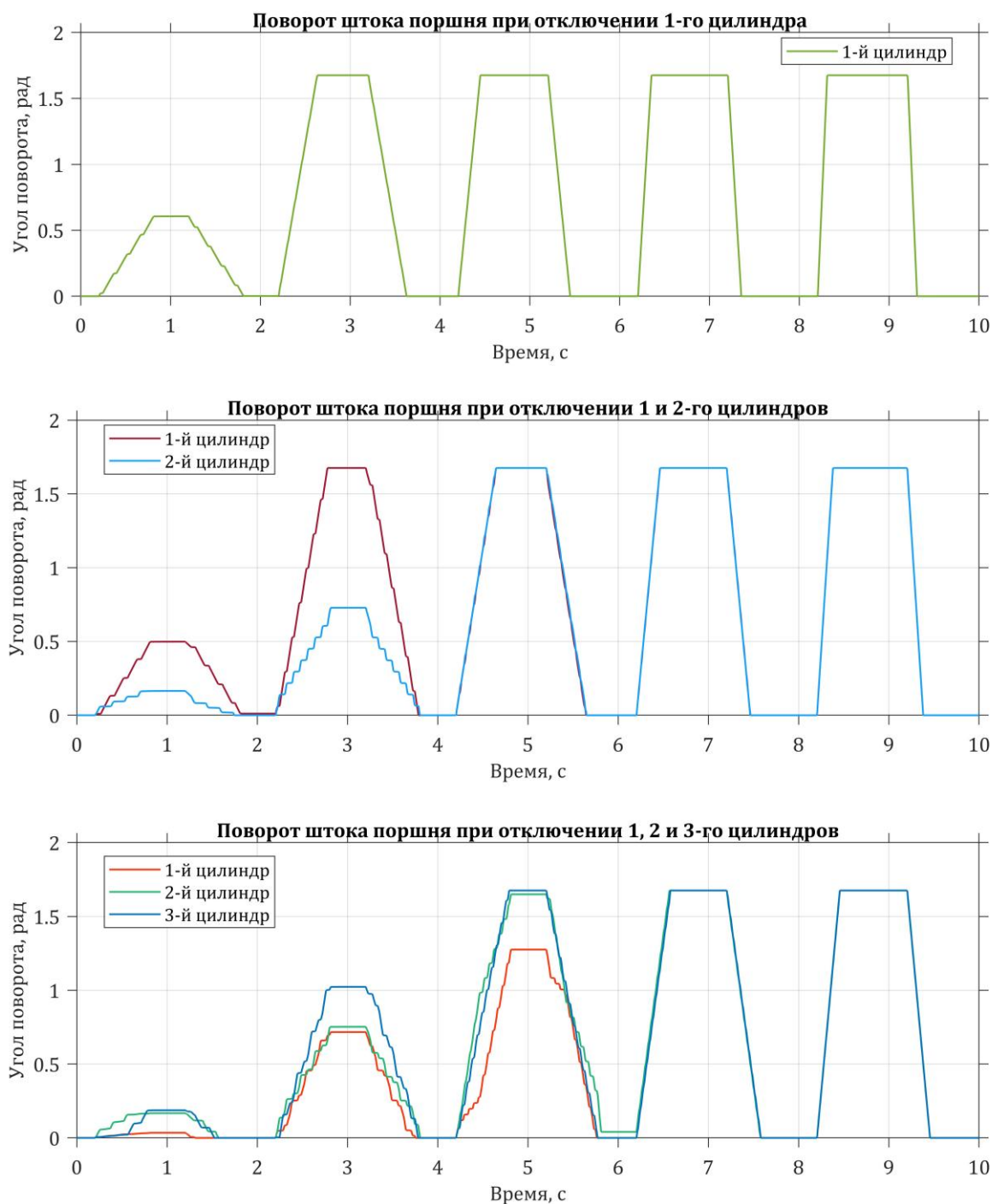


Рисунок 1 – Угол поворота штока цилиндра в зависимости от частоты вращения коленвала и от количества отключаемых цилиндров

Картина усугубляется при одновременном отключении 3-х цилиндров. При минимальной частоте вращения ни один из трех цилиндров отключить не удастся. При частоте вращения 1500 мин^{-1} один из трех цилиндров должен отключиться раньше. В условиях численного эксперимента это был третий цилиндр. Первый и второй оказались на грани отключения. Но и при частоте вращения 2250 мин^{-1} только шток одного цилиндра за отведенное время успел повернуться на максимальный угол. Угол поворота первого цилиндра составил не более 74° .

Можно констатировать факт, что только на частотах вращения выше 3000 мин^{-1} в штатной системе смазки двигателя наблюдается гарантированный поворот штока на угол 90° . И это при достаточно большой производительности масляного насоса (около 70 литров в час).

Следует заметить, что ступенчатый характер изменения угла поворота штока поршня определяется влиянием рабочего процесса на сопротивление повороту. Это хорошо видно на графиках, показанных на рисунках 2 и 3.

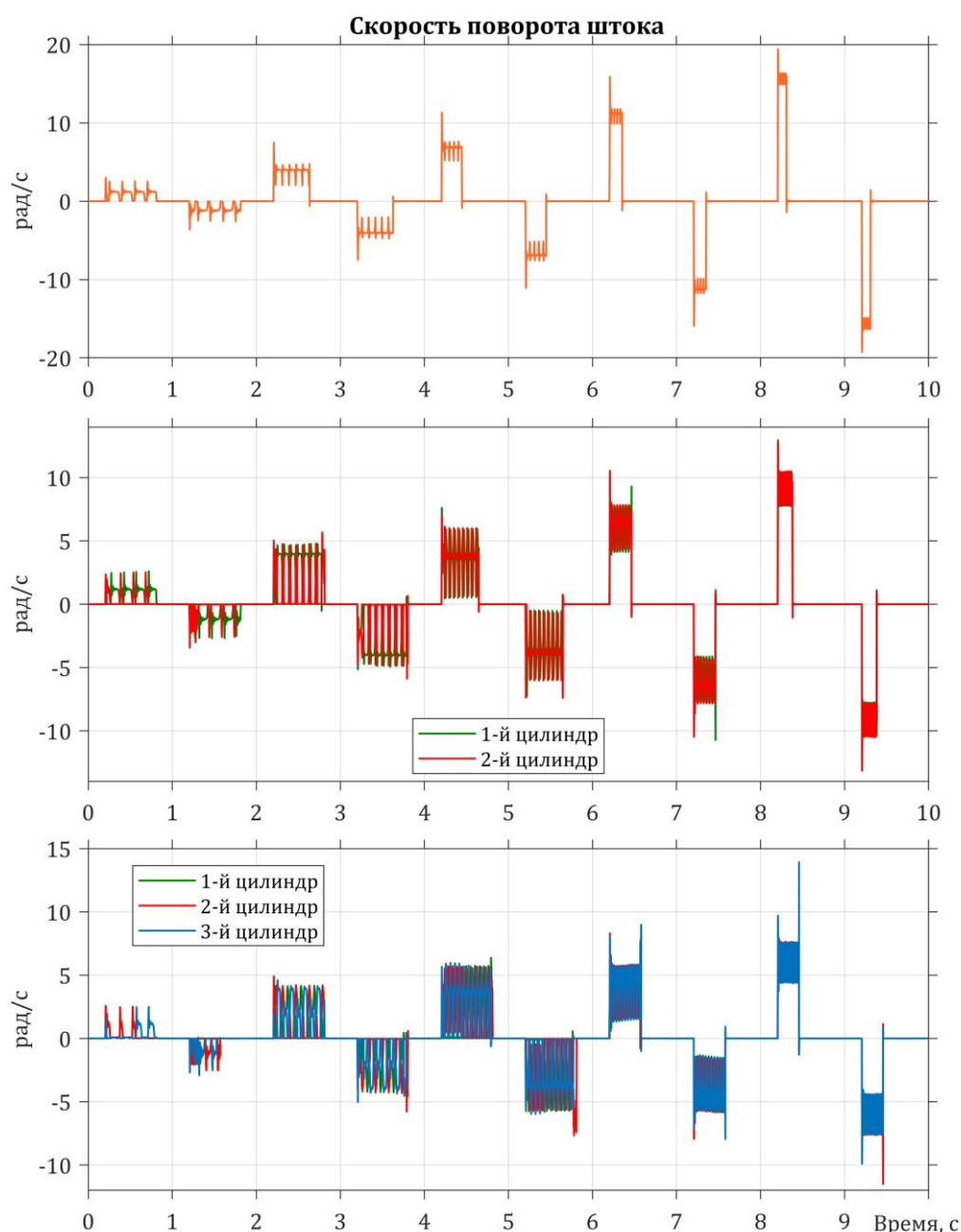


Рисунок 2 – Изменение скорости поворота штока на различных скоростных режимах при отключении одного, двух и трех цилиндров

По графикам видно, что за отведенное время в двигателе поворот происходит за 4–5 циклов независимо от скоростного режима. Однако этих циклов недостаточно при малых частотах вращения коленчатого вала и гарантировано достаточно при частоте вращения выше 3000 мин^{-1} .

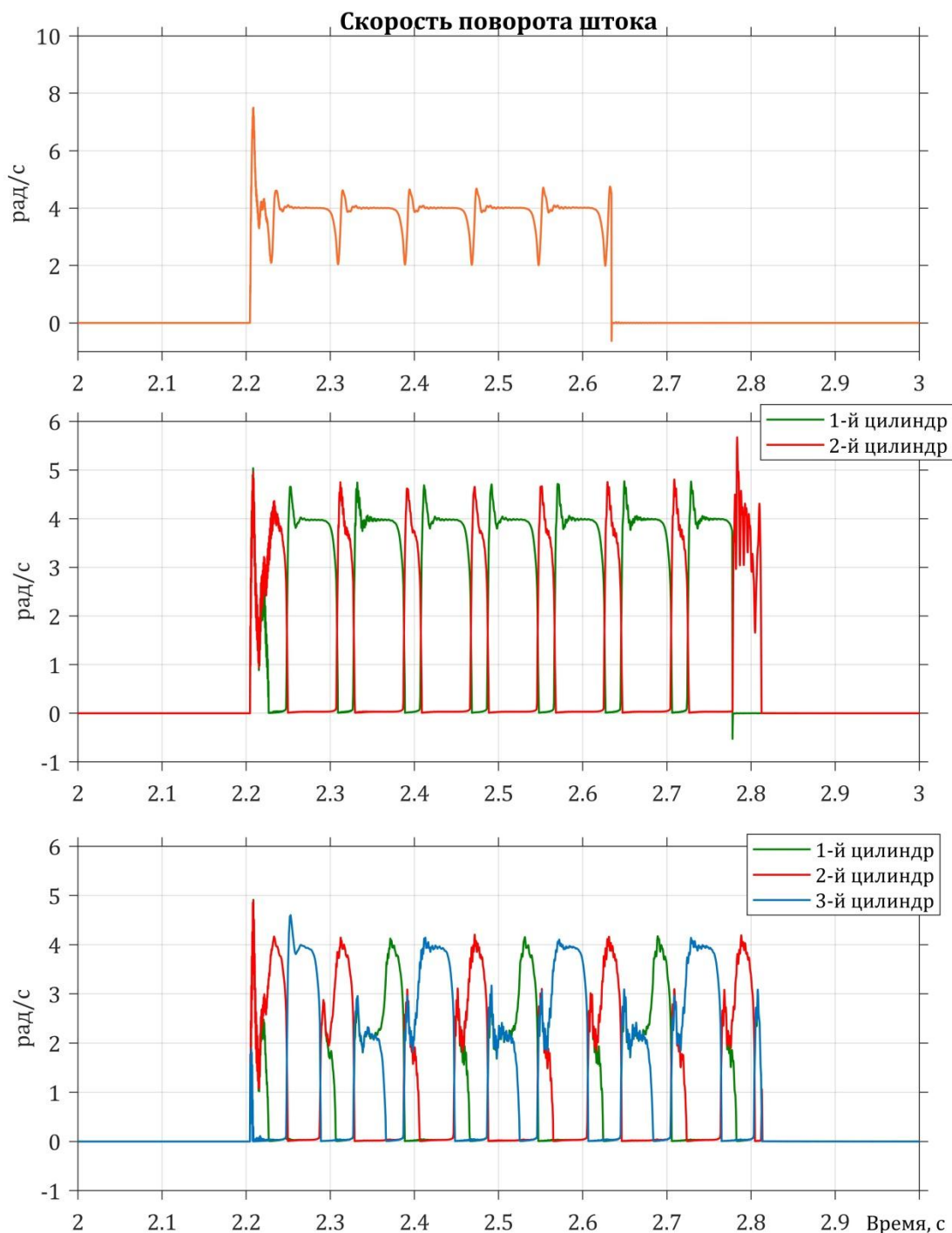


Рисунок 3 – Характер изменения скорости поворота штока при отключении одного, двух и трех цилиндров на частоте вращения валов двигателя 1500 мин^{-1}

Характер изменения скорости поворота штока неодинаков для разных цилиндров. Это связано как со смещением рабочего процесса в цилиндрах на угол, соответствующий порядку работы, так и с гидравлическими процессами в системе подачи масла. Как видно из гра-

фиков, скорость поворота штока может опускаться в отдельных случаях до 0. В особенности это характерно для низких частот вращения при одновременном отключении или подключении нескольких цилиндров. На высоких частотах вращения, несмотря на значительные колебания, такое явление не наблюдается.

Скорость поворота существенно зависит от ряда факторов. Для анализа удобно разместить ряд графиков на одном поле, с одинаковой шкалой времени (рисунок 4).

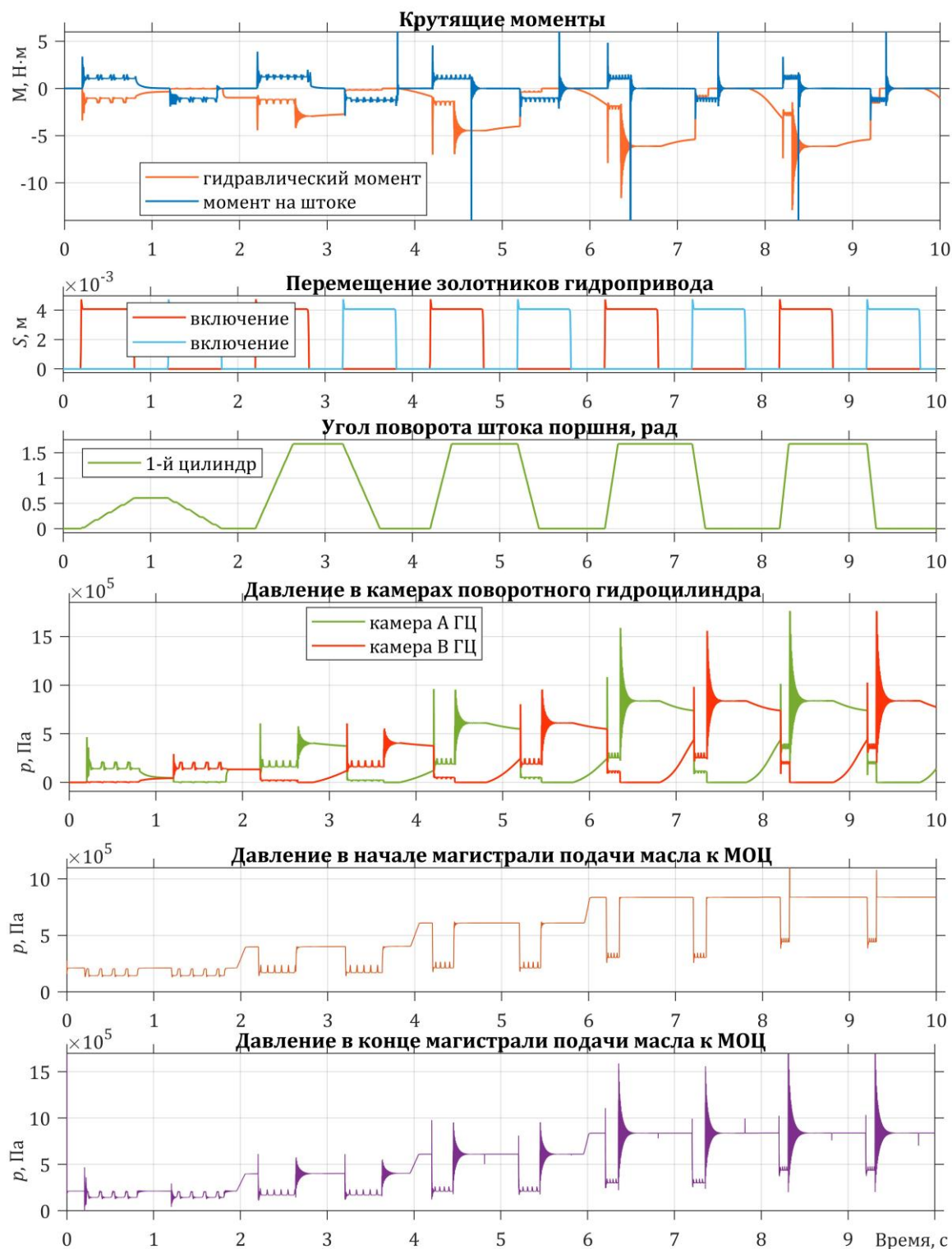


Рисунок 4 – Факторы, влияющие на характер поворота штока

Как видно из рисунка 4, движение штока начинается фактически в момент открытия золотника. В этот момент с некоторыми колебаниями растет крутящий момент, создаваемый поворотным гидроцилиндром. В случае с режимом, на котором не достигается максимальный угол открытия, снижение момента происходит достаточно плавно, что повторяет, с учетом инерционных моментов деталей поворотного гидроцилиндра, крутящий момент на штоке поршня. В случае достижения максимального угла поворота, происходит резкая остановка. Это видно по характерным колебаниям момента.

Колебательные явления связаны с инерцией масла, поступающего по каналам в камеры во время открытого состояния одного из управляющих золотников. По давлению в камерах поворотного гидроцилиндра хорошо видно, что при частоте вращения выше 2000 мин^{-1} поршень гидроцилиндра достигает крайнего положения в то время, как золотник продолжает быть открытым. Это приводит к гидравлическому удару. В результате давление повышается на частоте вращения коленчатого вала 5000 мин^{-1} примерно в два раза. Для предотвращения этого явления можно использовать возможности системы управления, закрывая золотник после открытия, но до достижения максимального угла поворота штока. Возможно изменение скорости перемещения золотника и плавное уменьшение площади проходного сечения. Кроме того, возможно внести изменения в конструкцию золотника для обеспечения упругих и демпфирующих свойств в крайних положениях.

Графики давления масла в начальной и конечной точках маслоподающей магистрали показывают, что причиной возникновения колебаний являются инерционные явления в самой магистрали. Они и создают колебания давления в камерах поворотного гидроцилиндра.

Для того, чтобы избежать подобных явлений, возможно применение решений конструктивного и алгоритмического характера, реализованных в системе управления отключением цилиндров. Например, возможна последовательная остановка поршней при низком давлении масла в магистрали.

Наличие сил трения в цилиндропоршневой группе, которые меняют знак на противоположный в зависимости от направления движения, имеют несколько составляющих и при этом трение покоя гораздо выше, чем кулоновское трение скольжения, создает сложный закон сопротивления повороту штока. При недостаточном давлении масла в камерах поворотного гидроцилиндра эти явления могут приводить к возникновению вибраций в момент страгивания штока. Это хорошо видно на графиках скорости на рисунке 5.

Как видно из графиков, такие колебания будут иметь место в любом случае, однако при недостатке давления и взаимном влиянии механизмов друг на друга амплитуды могут иметь существенное значение и в несколько раз превосходить среднюю скорость поворота штока. Поскольку силы трения зависят от нагрузки в цилиндре, отключение целесообразно проводить при ее снижении до уровня холостого хода, как предлагалось ранее [18]. Это позволит решить сразу несколько задач.

Существенное снижение давления в канале подачи масла в гидропривод МОЦ говорит о недостаточной производительности масляного насоса. Вероятно следует рассмотреть возможность установки дополнительного насоса для привода механизма отключения. В пользу этого решения может говорить тот факт, что перспективно с точки зрения надежности и принципов управления отключение цилиндров проводить при минимальных частотах вращения коленчатого вала. Так, например, при остановке автомобиля возле светофора и переходе двигателя на холостой ход работа всех четырех цилиндров не нужна, а следовательно, будет происходить отключение сразу трех цилиндров из четырех. Производительности штатного масляного насоса в этой ситуации будет недостаточно. Конечно, поворот гидроцилиндров в течение 4–5 циклов необязателен, но, как показывают результаты, он может значительно затянуться.

Таким образом, работа гидропривода механизма отключения цилиндров от штатной системы смазки может не обеспечить надежности включения – отключения и работы двигателя в целом.

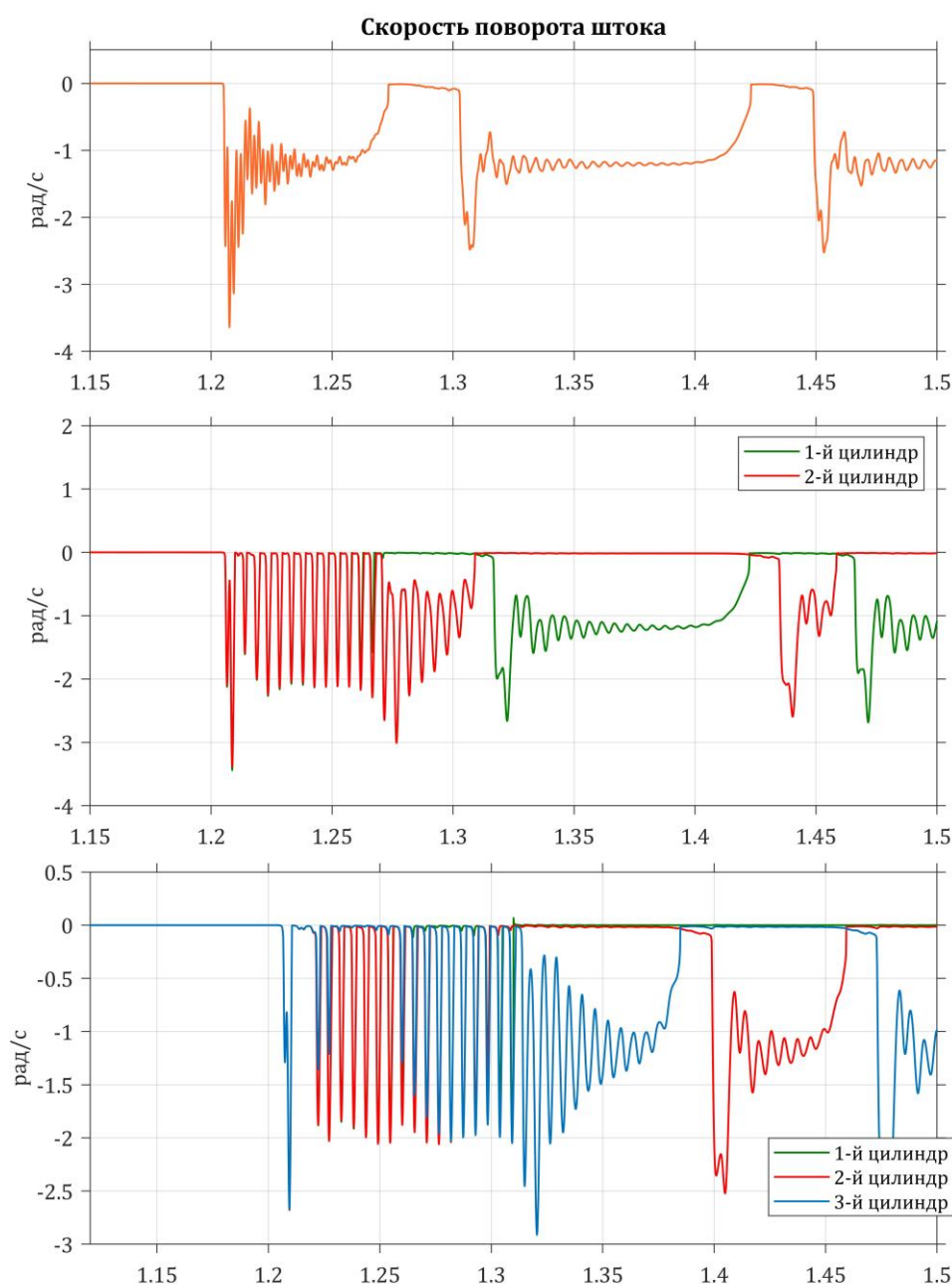


Рисунок 5 – Появление вибрации скорости поворота штока при включении одного, двух или трех цилиндров на частоте вращения валов двигателя 800 мин^{-1}

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что быстродействие механизмов отключения цилиндров зависит от режима работы двигателя и количества одновременно работающих МОЦ, а система управления двигателем с отключением цилиндров должна учитывать быстродействие механизма, связанное с давлением масла в системе смазки двигателя, режимом его работы и количеством одновременно работающих механизмов отключения цилиндра.

Инерционные явления в системе гидропривода МОЦ могут приводить к гидроудару и более чем двукратному повышению давления в поворотном гидроцилиндре. Для устранения гидроудара возможно внесение изменений в конструкцию поворотного гидроцилиндра в виде демпфирующих элементов или применение управляющих воздействий, в частности предварительное закрытие золотника до достижения поворотным гидроцилиндром крайней точки.

Давление, создаваемое штатным масляным насосом двигателя, может быть недостаточно для отключения цилиндров при одновременной работе нескольких механизмов.

При недостаточном давлении и производительности насоса, в связи с влиянием рабочего процесса на сопротивление повороту поршня, возможно появление вибраций вращательного характера в механизме отключения цилиндра и на штоке поршня. Для обеспечения работоспособности двигателя в различных условиях целесообразно подключить МОЦ отдельным насосом, питающимся маслом из поддона картера.

Список литературы

1. Strange, D. B. A Cylinder Deactivation Control Framework for Gasoline Engines without Valve Deactivation / D. B. Strange, P. Chen // Materials Science, Computer Science : American Control Conference (ACC), 2020. – IEEE, 07.2020 – DOI: 10.23919/acc45564.2020.9147316.
2. Ying, L. The Effect of Cylinder Deactivation on Engine Performance / L. Ying, A. Kuznetsov // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – IEEE, 10.2020. – DOI: 110.1109/fareastcon50210.2020.9271303.
3. Evaluation Between Engine Stop/Start and Cylinder Deactivation Technologies Under Southeast Asia Urban Driving Condition / M. Abas [et al.] // SAE Technical Paper Series. – SAE International, 03/2017. – DOI: 10.4271/2017-01-0986.
4. Engine displacement modularity for enhancing automotive s.i. engines efficiency at part load / F. Millo [et al.] // Fuel. – 2016, Sept. – Vol. 180. – P. 645-652. – DOI: 10.1016/j.fuel.2016.04.049.
5. The effects of early inlet valve closing and cylinder disablement on fuel economy and emissions of a direct injection diesel engine / J. P. Zammit [et al.] // Energy. – 2015, Jan. – Vol. 79. – P. 100–110. – DOI: 10.1016/j.energy.2014.10.065.
6. Марков, В. А. Метод улучшения эксплуатационных показателей автомобильного газового двигателя / В. А. Марков, Ф. Б. Варченко, Ш. Р. Лотфуллин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2018. – № 12(705). – DOI: 10.18698/0536-1044-2018-12-38-44.
7. Abas, M. Engine Operational Benefits with Cylinder Deactivation in Malaysian Urban Driving Conditions, SAE Technical Paper 2015-01-0983, 2015 / M. Abas, R. Martinez-Botas. – Текст : электронный. – URL: <https://doi.org/10.4271/2015-01-0983>.
8. Экологические качества бензинового двигателя автомобиля в режиме частичного отключения цилиндров / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, Г. Н. Салимоненко [и др.] // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 4(44). – С. 25–39.
9. Gritsenko, A. V. A Study of the Environmental Qualities of Diesel Engines and their Efficiency when a Portion of their Cylinders are Deactivated in Small-Load Modes / A. V. Gritsenko, K. V. Glemba, A. A. Petelin // Journal of King Saud University – Engineering Sciences. – 2019. – Vol. 33, Issue 1. – P. 70–79. – DOI: 10.1016/j.jksues.2019.12.001.
10. Improving the Partial-Load Fuel Economy of 4-cylinder SI Engines by Combining Improving the Partial-Load Fuel Economy of 4-cylinder SI Engines by Combining Variable Valve Timing and Cylinder-Deactivation Through Double Intake Manifolds / J. Zhao, Q. Xi, S. Wang, [et al.] // Applied Thermal Engineering. – 2018, Aug. – Vol. 141. – P. 245–256. – DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2018.05.087.
11. Ortiz-Soto, E. Advanced Cylinder Deactivation with Miller Cycle / E. Ortiz-Soto, M. Younkins // MTZ worldwide. – 2019, Apr. – Vol. 80, № 5. – P. 58–63. – DOI: 10.1007/s38313-019-0032-1.
12. Shidore, N. Cylinder Deactivation and Propulsion Electrification / N. Shidore, M. Raghavan // Proceedings of the 2020 USCToMM Symposium on Mechanical Systems and Robotics. Springer International Publishing. – 2020. – С. 31–40. – DOI: 110.1007/978-3-030-43929-3_41.
13. Новый бесшатунный двигатель для автомобиля / Н. И. Мищенко, А. В. Химченко, Ю. В. Юрченко [и др.] // 8-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса : 31.01.2019. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2019. – С. 410–422.
14. Petrol Engine Workflow Model for Researching Unconventional Engines / A. V. Khimchenko [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021, Feb. – Vol. 659, № 1. – DOI: 10.1088/1755-1315/659/1/012074.

15. Модель четырехцилиндрового бесшатунного двигателя для исследования вибрации при отключении цилиндров / А. В. Химченко, Н. И. Мищенко, А. И. Петров [и др.] // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2020 : материалы VI Международной научно-практической конференции «Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2020» в рамках 6-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и социально-экономическое развитие», 27 мая 2020. – Горловка : АДИ ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. – С. 72–77.
16. Химченко, А. В. Имитационное моделирование работы механизма отключения цилиндра в двигателе с кривошипно-кулисным механизмом / А. В. Химченко, И. И. Мищенко // 8-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса : 31.01.2019. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2019. – С. 383–396.
17. Химченко, А. В. Возможные риски в эксплуатации бензинового двигателя с механизмом отключения цилиндров и питанием гидропривода механизма из системы смазки / А. В. Химченко, Н. И. Мищенко. – Текст : электронный // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта : сборник научных трудов 79-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ, 26–27 января 2021 г. / под редакцией А. А. Солнцева. – Москва : МАДИ, 2021. – С. 301–307. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44734896>.
18. Хімченко, А. В. Зниження нерівномірності крутного моменту двигуна з відключенням циліндрів на режимах часткового навантаження / А. В. Хімченко, Д. Г. Мішин, А. В. Бузов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – № 1. – С. 46–51.

А. В. Химченко¹, Н. И. Мищенко¹, Д. А. Дрючин², В. Р. Мамонтов¹, О. В. Савчук¹

1 – Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка;

2 – ФГОУВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Предварительная оценка возможности использования системы смазки серийного двигателя для питания гидропривода механизма остановки поршня

Рассмотрена работа гидравлического привода механизма отключения цилиндров путем остановки поршня в бесшатунном двигателе с кривошипно-кулисным механизмом. Дана предварительная оценка возможности использования системы смазки серийного двигателя для питания гидропривода механизма. Целью исследования была предварительная оценка возможности одновременной работы гидропривода при отключении нескольких цилиндров в четырехцилиндровом бензиновом двигателе. Для получения результатов использовалось мультидоменное имитационное моделирование в среде Matlab Simulink. На основе созданных имитационных моделей был проведен и численный эксперимент, имитирующий работу механизма отключения цилиндров при разных частотах вращения коленчатого вала двигателя. Результаты работы приведены в виде графиков, характеризующих процессы в гидроприводе механизма отключения цилиндров. Выполнен анализ результатов моделирования. Выявлены факторы, создающие отрицательные эффекты и требующие внесения конструктивных изменений в отдельные узлы экспериментального образца двигателя.

Показано, что быстродействие механизмов отключения цилиндров зависит от режима работы двигателя и количества одновременно работающих МОЦ, а система управления двигателем с отключением цилиндров должна учитывать быстродействие механизма, связанное с давлением масла в системе смазки двигателя, режимом его работы и количеством одновременно работающих механизмов. Давление, создаваемое штатным масляным насосом двигателя, может быть недостаточно для отключения цилиндров при одновременной работе нескольких механизмов. Предложено для обеспечения работоспособности двигателя в различных условиях подключить гидропривод МОЦ отдельным насосом, питающимся маслом из поддона картера.

Результаты работы направлены на решение задач, связанных с разработкой бесшатунного двигателя внутреннего сгорания с отключением цилиндров путем остановки поршня, но могут быть интересны разработчикам новых систем и приводов дополнительных механизмов, планирующих их подключение к штатной системе смазки двигателя.

БЕСШАТУННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, МЕХАНИЗМ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЦИЛИНДРОВ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, MATLAB SIMULINK

A. V. Khimchenko¹, N. I. Mishchenko¹, D. A. Driuchin², V. R. Mamontov¹, O. V. Savchuk¹

1 – Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka;

2 – Orenburg State University, Orenburg

Possibility Preliminary Assessment of Using the Lubrication System of a Serial Engine to Power the Hydraulic Drive of the Piston Stopping Mechanism

The work of the hydraulic drive of the cylinder shutdown mechanism by the piston stopping in the conrod-free engine with the crank-rocker mechanism is considered. A preliminary assessment of the possibility of using the lubrication system of a serial engine to power the hydraulic drive of the mechanism is given. The aim of the study was a preliminary assessment of the possibility of the hydraulic drive simultaneous operation when several cylinders are turned off in the 4-cylinder gasoline engine. To obtain the results, the multidomain simulation in the Matlab Simulink environment was used. On the basis of the created simulation models, the numerical experiment, simulating the operation of the cylinder shutdown mechanism at different speeds of the engine crankshaft was also carried out. The results of the work are presented in the form of graphs characterizing the processes in the hydraulic drive of the cylinder shutdown mechanism. The analysis of the simulation results is carried out. The factors that create negative effects and require the introduction of design changes in the individual units of the engine experimental model are identified.

It is shown that the speed of the cylinder shutdown mechanisms depends on the engine operating mode and the number of simultaneously operating MOCs, and the engine control system with the cylinder deactivation must take into account the speed of the mechanism associated with the oil pressure in the engine lubrication system, its mode of operation and the number of simultaneously operating mechanisms. The pressure generated by the standard engine oil pump may not be enough to shut off the cylinders when several mechanisms are operating at the same time. It is proposed to connect the MOC hydraulic drive with a separate pump fed with oil from the oil pan to ensure the engine performance in various conditions.

The results of the work are aimed at solving problems related to the development of the conrod-free internal combustion engine with the cylinder shutdown by stopping the piston, but may be of interest to developers of new systems and drives of additional mechanisms planning their connection to the standard engine lubrication system.

CONROD-FREE ENGINE, CYLINDER SHUTDOWN MECHANISM, HYDRAULIC DRIVE, SIMULATION MODELLING, MATLAB SIMULINK

Сведения об авторах:

А. В. Химченко

SPIN-код: 4568-1757

Телефон: +38 (0624) 55-24-06

Эл. почта: hiaiv@adidonntu.ru

Н. И. Мищенко

SPIN-код: 6604-8459

Телефон: +38 (0624) 55-05-05

Д. А. Дрючин

Телефон: +7 (922) 852-10-34

Эл. почта: dmi-dryuchin@yandex.ru

Статья поступила 04.03.2021

© А. В. Химченко, Н. И. Мищенко, Д. А. Дрючин, В. Р. Мамонтов, О. В. Савчук, 2021

Рецензент: А. Н. Дудников, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

Л. П. Вовк, д-р техн. наук, М. С. Яворенко

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАСЧЕТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Разработан конечно-элементный алгоритм определения собственных частот и форм (мод) собственных колебаний проушины и эквивалентных напряжений, возникающих возле отверстия, путем проведения модального анализа в ANSYS. Данный подход позволил получить достаточно точное распределение напряжений в области возможного разрушения проушин и поэтому представляет интерес для анализа.

Ключевые слова: собственные частоты, напряженно-деформированное состояние, локальная концентрация напряжений, проушина, моделирование, конечно-элементная сетка

Постановка проблемы

В настоящее время IT-технологии не только упрощают решение тех или иных инженерных задач, но и определяют появление новых методов проектирования. Проектирование – один из наиболее сложных видов интеллектуальной работы, выполняемых человеком. Основой современного автоматизированного проектирования является трехмерное моделирование. Основным преимуществом трехмерного моделирования является возможность использовать созданную модель для проведения инженерных расчетов методом конечных элементов, применяя получившие развитие в последнее время специализированные программные средства автоматизированного инженерного анализа (CAE – Computer Aided Engineering). Трехмерные модели деталей необходимы для автоматизированного проектирования технологии изготовления, или иначе САМ-средств (CAM – Computer Aided Manufacturing). Трехмерное моделирование автомобильных деталей оказывает неоценимую помощь инженеру-конструктору также и для обнаружения и устранения ошибок, неизбежно возникающих в процессе проектирования.

Проушины являются ответственными силовыми элементами деталей, воспринимающими сосредоточенные силы. Строгий расчет их затруднителен из-за необходимости учета концентрации напряжения, возникающего возле отверстия, и одновременного учета пластических деформаций, которые снижают концентрацию. В то же время доля проушин в общей массе всей конструкции невелика, что позволяет воспользоваться приближенными подходами, опирающимися на экспериментальные данные и дающие преумноженные значения предельных сил.

Проушина является элементом соединения типа «ухо-вилка», которое может быть неподвижным или подвижным, т. е. допускающим взаимный поворот соединяемых деталей. В последнем случае к узлу предъявляются дополнительные требования уменьшения трения и износа, которые удовлетворяются установкой подшипников (втулок) скольжения или подшипников качения. Эти особенности также должны быть учтены в расчете проушины и при назначении безопасных размеров. Учесть сложности моделирования и проектирования, реализовать все стадии технологических расчетов и избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование – изготовление – испытания» возможно с использованием универсальной программной системы конечно-элементного анализа ANSYS [1].

Данная система автоматизированного проектирования является довольно популярной у специалистов в области компьютерного инжиниринга и конечно-элементного решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твердого тела и механики конструкций. Одним из важных средств изучения

вибрационных характеристик механических конструкций является модальный анализ (определение собственных частот и форм (мод) собственных колебаний).

Анализ последних исследований и публикаций

Для расчетного анализа напряженно-деформированного состояния и модального анализа конструкций эффективно используется метод конечных элементов (МКЭ) (например, работы [2–4]). Предварительный модальный анализ становится весьма важным при моделировании вибраций и переходных процессов в автомобильных деталях. Первый этап вибрационного исследования детали – это расчет параметров собственных колебаний. Его основной целью является определение степени опасности возможных резонансных режимов. Если опасные гармоники попадают в рабочий диапазон действующих внешних нагрузок, то конструкция считается неудовлетворительной с точки зрения прочности при вибрациях. В таком случае предпринимаются попытки изменить конструкцию таким образом, чтобы вывести ее собственные частоты за рабочий диапазон, а также может производиться оценка опасности резонансных колебаний по величине возникающих деформаций и напряжений в конструкции [5].

К настоящему времени количество публикаций, посвященных исследованию вибрационных характеристик механических конструкций, весьма значительно. Следует отметить, что численные методы решения задачи о собственных колебаниях сложных деталей автомобильных конструкций, с учетом особых областей, недостаточно разработаны. Такие исследования необходимо проводить для предотвращения резонанса. Предлагаемые для решения этих задач методики [2] обычно основываются на упрощающих гипотезах и не могут непосредственно использоваться для решения задачи о колебаниях детали. Отметим также, что существующие теоретические подходы [3] приводят к значительному расхождению результатов с экспериментальными данными, особенно на низших частотах.

Основной выгодой применения модального анализа является не только получение более точного результата в локальной области, но и возможность экспериментирования с различными вариантами конструкции в области интереса.

Целью настоящей работы является конечно-элементный модальный анализ для определения собственных частот и форм (мод) собственных колебаний трехмерного тела, в результате которого в нем устанавливается наиболее напряженная область.

Основной материал исследования

Для выполнения модального анализа проушины в окне *ProjectSchematic* необходимо создать блок модального анализа (*Modal*). Нажав и удерживая левую клавишу мыши, необходимо перетащить наименование блока из окна *Toolbox* в ограниченное штриховой линией место вставки блока в окне *ProjectSchematic*.

Построение геометрической модели реализуется элементом *Geometry* и производится в *DesignModeler*, реализующим современные методы моделирования плоской и трехмерной геометрии. *DesignModeler* позволяет подготовить модель к инженерному анализу в ANSYS. Программа позволяет выбирать необходимые твердые материалы для исследуемых моделей объектов из библиотеки материалов ANSYS. По умолчанию для каждого твердого материала уже заданы все свойства.

Уточним объект исследования. Рассматривается проушина. Геометрия проушины показана на рисунке 1; материал – сталь 08пс: модуль упругости – $2,03 \cdot 10^5$ МПа; коэффициент Пуассона – 0,3; предел текучести – 175 МПа, плотность материала – 7850 кг/м^3 . Нагрузка не учитывается, болт не моделируется.

Цель: определить первые десять низших частот и соответствующих им форм собственных колебаний. А также вычислить соответствующие им значения эквивалентных напряжений для учета концентрации напряжения, возникающей возле отверстия.

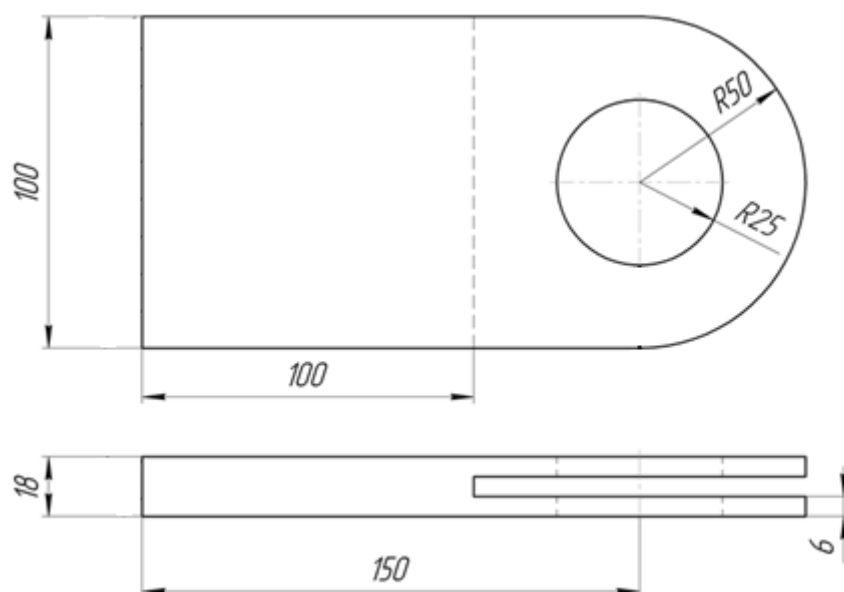


Рисунок 1 – Геометрия проушины

Разбиение геометрической модели конечно-элементной сеткой выполняется модулем *Mesh* дерева проекта для получения дальнейшего численного решения. В области отверстия проушины дополнительно измельчаем сетку для получения более точных результатов расчета (рисунок 2).

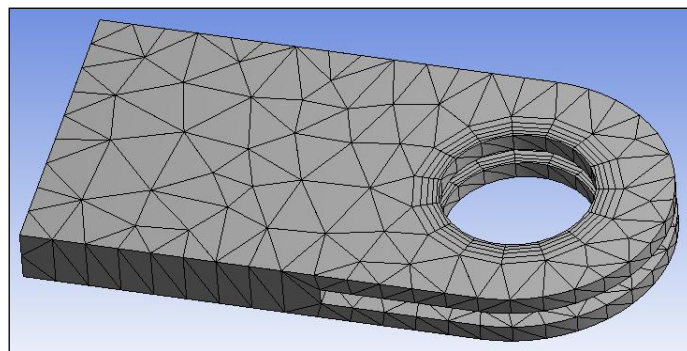


Рисунок 2 – Конечно-элементная сетка модели проушины

Подготовка к проведению расчета включает в себя также определение внешних воздействий на конструкцию. Внешнее воздействие определяется терминами «ограничение» и «нагрузка». В первом случае предполагается либо закрепление (ограничение перемещений и вращений), либо определение температуры в задачах теплообмена. Под «нагрузкой» понимается воздействие (приложение) сосредоточенных или распределенных сил, а в задачах теплообмена – тепловых потоков. Для данного расчета наложение нагрузок не производится, т. к. модальный анализ – это задача о нахождении собственных частот и форм колебаний конструкции.

Переходим к этапу запуска решателя и анализу результатов. Раздел *Modal* дерева проекта содержит подраздел *Analysis Settings*, который содержит и позволяет пользователю в окне *Details of «Analysis Settings»* задавать информацию о максимальном числе искомых мод, а также, при необходимости, граничные условия поиска по частоте (рисунок 3а). Задаем мак-

симальное число искомых мод равным 15. Не ограничиваем поиск мод частотным диапазоном.

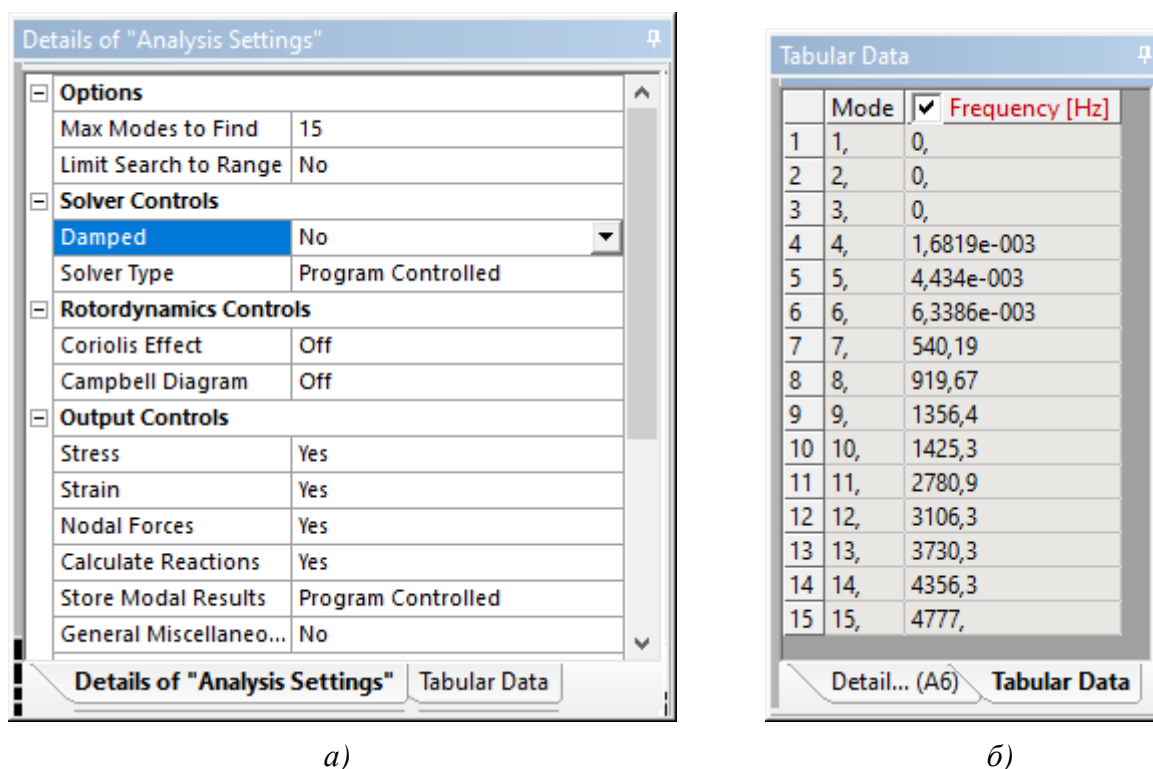


Рисунок 3 а) окно настроек Details of «Analysis Settings»;
б) контекстное меню окна *Tabular Data*

Переходим к решению задачи. Для этого нажимаем кнопку *Solve* в контекстном меню раздела *Modal* окна *Outline*. При верном указании всех исходных данных и настройке решателя, при выполнении расчета в окне дерева проекта возле раздела *Solution* появляется зеленая галочка. А в окнах *Graph* и *Tabular Data*, расположенных в нижней части экрана, отражено графическое и численное представление собственных частот первых десяти мод (рисунок 3б). Форма собственных колебаний представляет собой совокупность амплитуд перемещений всех точек тела на определенной собственной частоте. Амплитуды (суммарные деформации) отражаются в виде цветовой шкалы, расположенной слева от графической модели. Красный цвет характеризует максимальное отклонение, синий – минимальное.

Для первой моды проушины характерна собственная частота равная 540,19 Гц (рисунок 4). Такая большая величина собственной частоты для первой моды говорит о том, что конструкция достаточно устойчива к вибрационному воздействию. Как правило, частотный диапазон вибрации от работы в деталях автомобиля расположен в пределах от 1 до 100 Гц, поэтому можно сказать, что резонанс в нашем случае не возникает.

Основным результатом расчета напряженно-деформированного состояния, проводимого с помощью МКЭ в модуле Static Structural, являются перемещения (Deformation) узлов КЭ-модели. Максимальное суммарное перемещение (Total Deformation) для данной частоты колебаний равно 2,8019 мм и возникает на крайней скругленной части проушины. Это связано с тем, что эта область (выделение красным цветом) является минимально закрепленной и максимально подвижной по сравнению со всеми остальными точками конструкции, а значит наиболее подвержена вибрационному воздействию [6]. Подобласть минимального суммарного перемещения расположена в сплошной части проушины, не содержащей вырезов и отверстий.

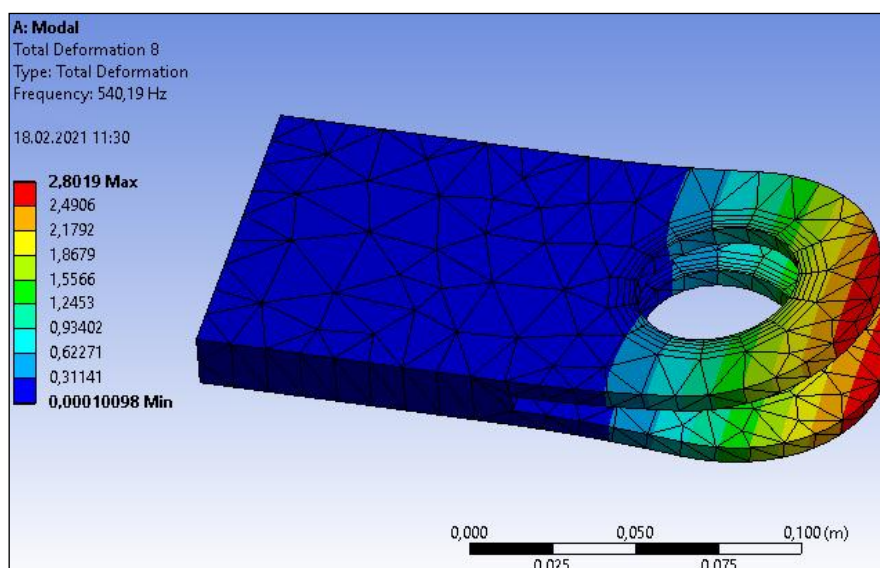


Рисунок 4 – Результаты расчета максимального суммарного перемещения для первой моды

Остальные моды характеризуются еще большими собственными частотами (рисунок 3б). Просматривая формы и частоты собственных колебаний, можно прогнозировать динамический отклик конструкции на внешнее возбуждение в различных направлениях. Приведем результаты расчета эквивалентных напряжений для первой моды (рисунок 5). Отмечается большая концентрация напряжений в средней части проушины, в области перехода между областями с максимальным и минимальным суммарным перемещением, а также в области отверстий. Данный результат является прогнозируемым и общим для большего числа найденных собственных частот [7, 8].

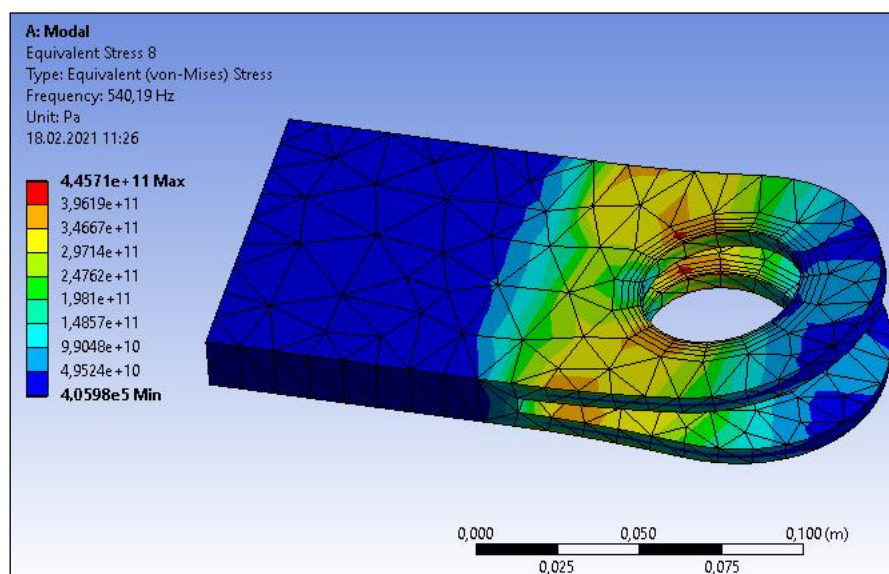


Рисунок 5 – Результаты расчета эквивалентных напряжений для первой моды

Выводы

Современные средства моделирования, используемые для анализа, разработки и проектирования новых производств, а также анализа работы действующих, очень многообразны. Они позволяют автоматизировать почти все стадии инженерного труда и минимизировать затраты трудовых ресурсов, денежных средств и рабочего времени. При этом достигается оптимальное решение поставленной задачи с учетом имеющихся данных и опыта. Очевидно,

что конкурентное развитие технологии и техники немыслимо без широкомасштабного использования подобных средств моделирования в исследовательских и проектных организациях и на производстве.

Поставленная задача решалась методом конечных элементов в пакете ANSYS Workbench. Метод решения и проведенный модальный анализ помогли установить параметры колебаний модели проушины: были определены собственные частоты и формы колебаний, результирующие максимальные и минимальные перемещения, эквивалентные напряжения для соответствующих собственных частот. Преимуществом приведенной методики является визуализация колебаний детали, а также возможность быстро смоделировать варианты решения проблем прочности путем оптимизации геометрических и физических параметров модели. Представляет интерес применение приведенной методики при исследовании преднапряженной конструкции, в частности для решения связанной задачи термоупругости, электротермоупругости.

Данный анализ может быть использован как отправная точка для других, более подробных динамических расчетов, таких, как нестационарный динамический анализ или отклик системы на гармоническое воздействие. На основе предложенного метода исследования могут быть выявлены дополнительные факторы, влияющие на рассматриваемые вопросы прочностных расчетов динамического напряженно-деформированного состояния автомобильных деталей.

Список литературы

1. Сборник руководств программы ANSYS. – Текст : электронный. – URL: <http://iamdrunk.ru/teach/!%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8/ANSYS/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%BC%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%BC.pdf>.
2. Леонтьев, Н. В. Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа / Н. В. Леонтьев. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный ун-т им. Н. И. Лобачевского, 2006. – 101 с.
3. Расчетно-экспериментальные исследования собственных частот и форм колебаний лопатки спрямляющего аппарата из полимерных композиционных материалов / М. А. Гринев, А. Н. Аношкин, П. В. Писарев [и др.] // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2016. – № 4. – С. 106–119.
4. Ефимик, В. А. Применение метода конечных элементов к задаче собственных колебаний прямоугольных пластин и цилиндрических оболочек // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2014. – № 38. – С. 72–92.
5. Ткач, В. В. Применение модального анализа в междисциплинарном исследовании ЖРД / В. В. Ткач // Труды МАИ : электронный журнал. – 2010. – № 38.
6. Межин, В. С. Практика применения модальных испытаний для целей верификации конечно-элементных моделей конструкции изделий ракетно-космической техники / В. В. Межин, В. В. Обухов // Космическая техника и технологии. – 2014. – № 1(4). – С. 86–91.
7. Силкина, Л. А. Технология подмоделирования применительно к анализу элементов космического аппарата / Л. А. Силкина // Решетневские чтения. – 2016. – Т. 1, № 20. – С. 455–457.
8. Морозов, Е. М. ANSYS в руках инженера: механика разрушения / Е. М. Морозов, А. Ю. Муйземнек, А. С. Шадский. – Москва : ЛЕНАНД, 2014. – 456 с.

Л. П. Вовк, М. С. Яворенко

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

**Информационные технологии при автоматизированном проектировании
и расчете автомобильных деталей**

Динамической конечно-элементной модели принадлежит ключевая роль в решении комплексной задачи обеспечения вибропрочности конструкции изделия. Современная вычислительная техника, программные продукты, испытательно-измерительные комплексы позволяют создать подробную модель конструкции изде-

лия, а на основе эксперимента отстроить и подтвердить ее достоверность. Решение данных задач возможно в современных системах КЭ анализа. Программа ANSYS является одной из самых универсальных, развивающихся и популярных систем конечно-элементного анализа у специалистов, занимающихся автоматизированными инженерными расчетами (CAE, Computer-Aided Engineering). Конечно-элементная модель автомобильной детали является надежным инструментом анализа прочности изделия при изменении условий его эксплуатации, изменениях его конструкции, а также при создании новых изделий подобного класса. Методологическая ценность данного исследования заключается в разработке алгоритма определения собственных частот и форм (мод) собственных колебаний проушины и эквивалентных напряжений, возникающих возле отверстия, путем проведения модального анализа в ANSYS. Практический интерес представляет вопрос оценки локальной концентрации напряжений в окрестности отверстий проушины, а также их влияние на прочностные изменения в детали. Объект исследования – проушина, являющаяся элементом соединения типа «ухо-вилка». При построении алгоритма, в основу расчета определения собственных частот и форм (мод) собственных колебаний проушины положен модальный анализ (определение собственных частот и форм (мод) собственных колебаний). Поставленная задача решалась методом конечных элементов в пакете ANSYS Workbench. Метод решения и проведенный модальный анализ помогли установить параметры колебаний модели проушины: были определены собственные частоты и формы колебаний, результирующие максимальные и минимальные перемещения, эквивалентные напряжения для соответствующих собственных частот. Используя данную методику, можно предотвращать возникновение опасных напряжений в конструкциях путем моделирования мероприятий по устранению резонансных частот в модели исследуемой автомобильной детали.

СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ, НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ, ЛОКАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ, ПРОУШИНА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ СЕТКА

L. P. Vovk, M. S. Iavorenko

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka

Information Technology in the Computer-aided Design and the Calculation of Automobile Parts

The dynamic finite-element model plays a key role in solving the complex problem of ensuring the vibration strength of the product structure. The modern computer technology, software products, test and measuring complexes allow to create a detailed model of the product design, and, on the basis of the experiment, to rebuild and confirm its reliability. The solution of these problems is possible in modern FE analysis systems. The ANSYS program is one of the most versatile, developing and popular systems of the finite element analysis among specialists engaged in the automated engineering calculations (CAE, Computer-Aided Engineering). The finite-element model of the automobile part is a reliable tool for analyzing the strength of the product when changing conditions of its operation, changes in its design, as well as when creating new products of the similar class. The methodological value of this study is in the development of the algorithm to determine the natural frequencies and modes (modes) of the ear natural oscillations and the equivalent stresses arising near the hole by means of the modal analysis in the ANSYS. The issue of assessing the local stress concentration near the ear holes, as well as their effect on the strength changes in the part is of practical interest. The object of the study is an ear, which is an element of the «ear-fork» connection. When constructing the algorithm, the calculation of the determination of natural frequencies and modes (modes) of the ear natural vibrations is based on the modal analysis (the determination of natural frequencies and modes (modes) of natural vibrations). The task was solved by the finite element method in the ANSYS Workbench package. The solution method and the performed modal analysis helped to establish the oscillation parameters of the ear model: the natural frequencies and modes of vibrations, resulting maximum and minimum displacements, equivalent stresses for the corresponding natural frequencies were determined. Using this technique, it is possible to prevent the dangerous stresses in structures by simulating the measures to eliminate resonant frequencies in the model of the investigated automobile part.

NATURAL FREQUENCIES, DEFLECTED MODE, LOCAL STRESS CONCENTRATION, EAR, MODELLING, FINITE-ELEMENT MESH

Сведения об авторах:

Л. П. Вовк

SPIN-код: 9860-6682

Телефон: +38 (071) 301-98-55

Эл. почта: lv777@list.ru

М. С. Яворенко

Телефон: +38 (071) 448-15-67

Эл. почта: maximik2011@gmail.com

Статья поступила 24.02.2021

© Л. П. Вовк, М. С. Яворенко, 2021

Рецензент: Е. П. Мельникова, д-р техн. наук, проф., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

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

Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ИНФОРМАЦИОННО-СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ

Решена задача о распределении коэффициента интенсивности напряжений по фронту полуэллиптической продольной трещины, расположенной на внешней поверхности полый цилиндрической детали, подверженной внутреннему давлению. Расчет выполнен на базе метода конечных элементов в программном комплексе ANSYS. Предложенный информационно-системный подход позволил получить достаточно точное распределение напряжений в области начального надреза на поверхности цилиндра по фронту трещины и в ее вершинах, с учетом эффекта раскрытия, а также вычислить коэффициент интенсивности напряжений по фронту полуэллиптической краевой продольной трещины.

Ключевые слова: метод конечных элементов, эллиптическая трещина, коэффициент интенсивности напряжений, фронт трещины, полый цилиндр, информационно-системный подход

Постановка проблемы

Этап проектирования является одним из наиболее важных этапов в процессе создания автомобильной детали. Автоматизация проектирования осуществляется системами автоматизированного проектирования (САПР). В САПР машиностроительных отраслей промышленности принято выделять информационные системы конструкторского (системы CAD), функционального (системы расчетов и инженерного анализа – системы CAE) и технологического проектирования (системы CAM). На этом этапе формируется объемная геометрическая модель автомобильной детали, которая будет играть определяющую роль на многих последующих этапах инженерного анализа. Для создания объемной модели изделия конструктор может воспользоваться методами трехмерного твердотельного, поверхностного моделирования или сочетанием этих методов. Большинство систем инженерного анализа используют метод конечных элементов. Современные программные средства CAE позволяют решать широкий спектр задач анализа линейной и нелинейной статики и динамики, устойчивости, теплопередачи, акустики, аэроупругости, оптимизации конструкции и многие другие.

Развитие современного машиностроения связано с дальнейшим повышением долговечности и надежности изделий. Значительное количество деталей машин представляют собой цилиндры различной конфигурации, работающие в условиях распределенной нагрузки на их поверхностях. Эксплуатационная надежность детали зависит от качества исходных материалов, вида обработки, условий эксплуатации. Металлические автомобильные детали зачастую разрушаются или приходят в негодность из-за изменения размеров еще в процессе производства или впервые часы эксплуатации при достаточно низком уровне эксплуатационных напряжений. Если на поверхности цилиндрической детали имеются растягивающие остаточные напряжения, которые в процессе эксплуатации складываются с внешними растягивающими или знакопеременными напряжениями, то на поверхности возможно образование трещин, которые постепенно приводят к разрушению детали.

Автомобильная промышленность обладает огромным потенциалом для моделирования, и предложенный в данной работе алгоритм является лишь малой частью возможных применений проектирования и инженерного анализа при решении задач в данной области. Расчеты с помощью высококачественных, верифицированных продуктов программного ком-

плекса ANSYS позволяют инженерам экономически эффективно определять ходовые характеристики и надежность в широком диапазоне задач автомобилестроения.

Анализ последних исследований и публикаций

Для описания поведения объектов, имеющих поверхностные дефекты в зонах конструктивных концентраторов напряжений необходимо учитывать совокупность таких факторов, как распределение напряжений по толщине элемента, форма дефекта и значение коэффициента интенсивности напряжений (КИН) по контуру поверхностного дефекта. Известно, что КИН позволяет установить взаимосвязь между условиями нагрузки материала в вершине трещины, а также с геометрией и напряженным состоянием тела, содержащего трещину. Распределение КИН по фронту трещин позволяет оценить трещиностойкость и живучесть модели, в этом случае можно применить силовой критерий разрушения Ирвина, что стало возможно в программном комплексе ANSYS [1].

Для определения КИН в деталях с трещинами, как правило, используют численные методы, в первую очередь метод конечных элементов (МКЭ). Чаще всего применяют стандартные конечно-элементные комплексы, в которых имеется встроенная функция вычисления КИН. Например, в [2] для вычисления КИН по фронту полуэллиптической краевой трещины в трубе используется программно-информационная среда ANSYS. Часто при оценке трещиностойкости деталей используют аппроксимационные выражения для КИН. С ними можно ознакомиться в справочной литературе [3–6], а также в [7]. Однако не для всех схем можно найти готовые решения. Следует отметить, что простым и в то же время обладающим приемлемой точностью методом определения КИН является метод сечений [8]. Анализ литературы показывает малое количество исследований об изменении формы поверхностных трещин, развивающихся в зонах концентраторов напряжений, и о критериях, описывающих эту кинетику. В частности, особенностью усталостных повреждений сварных соединений является существенное замедление скорости распространения развития сквозной трещины в глубину материала при выходе ее вершины из зоны концентрации напряжений [3].

Следует отметить, что в литературных источниках приводятся решения с использованием метода сечений в основном только для сквозных трещин, но в них не рассматривается распределение КИН по фронту трещины и в ее вершинах, которое имеет место для несквозных трещин.

Основной материал исследования

Расчет механики разрушения – это сложный многоступенчатый прочностной расчет, который может учитывать геометрическую нелинейность, пластичность, температурную нагрузку и нагрузку, приложенную к поверхности трещины. Для выполнения КЭ анализа цилиндрической детали в окне *Project Schematic* необходимо создать блок *Static Structural*, предназначенный для решения задач механики деформируемого твердого тела в статической постановке. Нажав и удерживая левую клавишу мыши, необходимо перетащить наименование блока из окна *Toolbox* в ограниченное штриховой линией место вставки блока в окне *Project Schematic*.

На следующем этапе происходит построение геометрической модели элементом *Geometry* в *Design Modeler*, реализующим современные методы моделирования плоской и трехмерной геометрии. *Design Modeler* позволяет подготовить модель к инженерному анализу в ANSYS. Программа позволяет выбирать необходимые твердые материалы для исследуемых моделей объектов из библиотеки материалов ANSYS. По умолчанию для каждого твердого материала уже заданы все свойства.

Рассмотрим объект исследования. Геометрия полого цилиндра (рисунок 1а) следующая: длина цилиндра 6,е-002 м, больший радиус 3,е-002 м, меньший радиус 2,е-002 м; материал – сталь марки 08пс: модуль упругости 2,03·10⁵ МПа; коэффициент Пуассона 0,3; пре-

дел текучести 175 МПа, плотность материала 7850 кг/м³ [4]. Фронт трещины задается перпендикулярным направлению нагружения детали. Нагружение осуществляется путем приложения давления $P = 180$ Па к внутренней поверхности полого цилиндра.

Целью настоящей работы является вычисление КИН по фронту полуэллиптической краевой продольной трещины, расположенной на внешней поверхности цилиндрической детали. В основе алгоритма лежит метод сечений, реализованный в программном комплексе ANSYS 2019 R1.

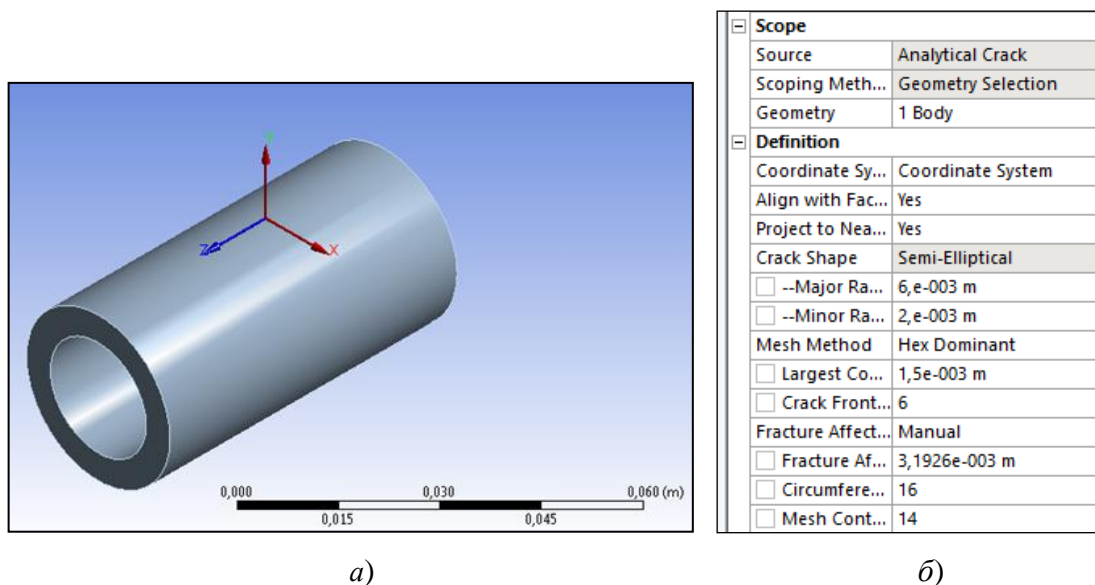


Рисунок 1 – а) 3D-геометрия цилиндрической детали,
б) окно настроек элемента *Semi-Elliptical Crack*

Моделируем трещину, используя возможность автоматического создания полуэллиптической трещины (*Semi-Elliptical Crack*) в любом месте модели. Для задания трещины достаточно указать ее положение и ориентацию. Ориентацию трещины определяет введенная вспомогательная система координат, ориентированная таким образом, что ось X перпендикулярна фронту трещины. Параметры трещины определяем в соответствующем окне настроек объекта *Fracture > Semi-Elliptical Crack* (рисунок 1б). Большую и меньшую полуоси определим следующим образом: $a = 0,006$ м, $c = 0,002$ м.

Разбиение геометрической модели конечно-элементной сеткой выполняется модулем *Mesh* дерева проекта для получения дальнейшего численного решения. Создается трехмерная модель цилиндрического образца с глобальной сеткой элементов и модель области трещины с локальной сеткой тетраэдрических элементов. Размер элементов глобальной сети составляет 4–5 мм, локальной 0,2 мм. Конечно-элементная разбивка в окрестности трещины показана на рисунке 2. Указываем в настройках элемента *Semi-Elliptical Crack* 6 контуров интегрирования. Следует отметить, что использование здесь регулярной радиальной сетки в объеме, окружающем фронт трещины, обеспечивает высокую точность вычисления параметров механики разрушения.

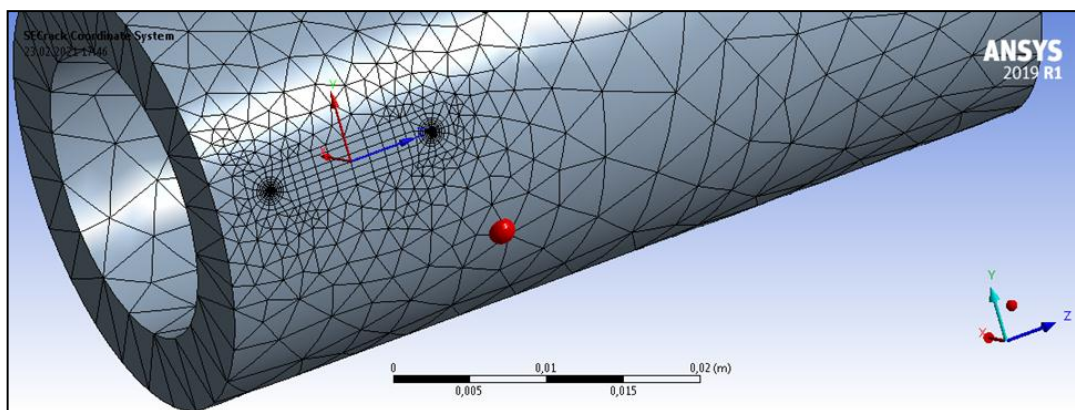


Рисунок 2 – Конечно-элементная сетка модели полого цилиндра в области трещины

Определим внешние воздействия на конструкцию. Внешнее воздействие определяется терминами «ограничение» и «нагрузка». В первом случае предполагается закрепление, т. е. ограничение перемещений и вращений. Закрепление предполагается на торцевой поверхности цилиндра, расположенной дальше от трещины. В качестве «нагрузки» в задачах механики разрушения понимается воздействие (приложение) сосредоточенных или распределенных сил. В данной задаче рассмотрим поверхностно распределенное давление по внутренней стенке полого цилиндра («Pressure», Applied By «Surface Effect») величиной 180 Па.

Переходим к этапу запуска решателя и анализу результатов. Для этого нажимаем кнопку *Solve* в контекстном меню раздела *Solution* окна *Outline*. При верном указании всех исходных данных и настройке решателя, после выполнения расчета в окне дерева проекта возле раздела *Solution* появляется зеленая галочка. А в окнах *Graph* и *Tabular Data*, расположенных в нижней части экрана, отражено графическое и численное представление вычисляемых характеристик анализа. Одним из основных результатов расчета напряженно-деформированного состояния, проводимого с помощью МКЭ в модуле *Static Structural*, является получение эквивалентных напряжений (*Equivalent Stress*) узлов КЭ-модели. Для данной модели максимальное эквивалентное напряжение равно 3,18 МПа наблюдаем в вершинах трещины и на линии ее фронта, а минимальное 0,33 МПа – на боковой поверхности цилиндра (рисунок 3).

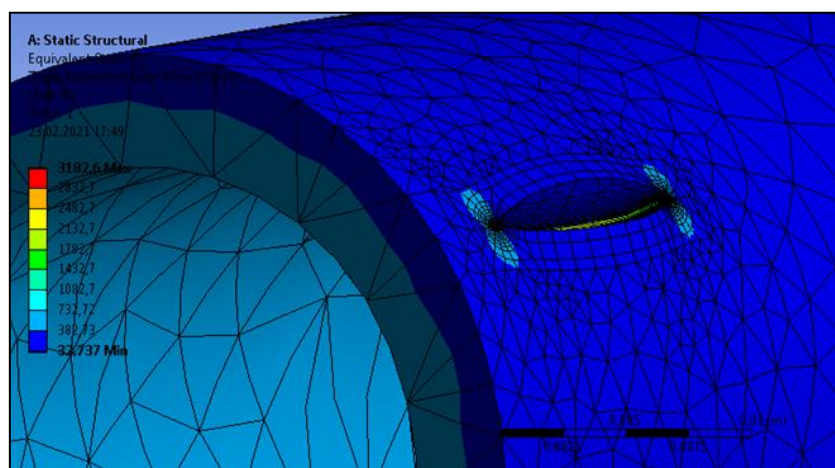


Рисунок 3 – Результаты расчета эквивалентных напряжений

В [9] следует отметить применение специальных конечных элементов для моделирования сингулярности напряжений в вершине трещины. В [10] рассмотрен прямой метод вычисления коэффициента интенсивности напряжений. В результате вычислений получено значение КИН по контуру поверхностной трещины. На рисунке 4 представлены результаты

распределения КИН (KI) по линии фронта поверхностной трещины от метки 1 к метке 2. Очевидно существенное увеличение значений KI с увеличением глубины трещины, так максимальное наблюдаемое значение – $30,283 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$. Наиболее напряженные элементы располагаются посередине сторон начального надреза, от них начинается распространение трещины. В финальной стадии фронт трещины становится близким к полуэллиптическому (рисунок 4), а распределение наибольших главных напряжений – более равномерным по контуру фронта.

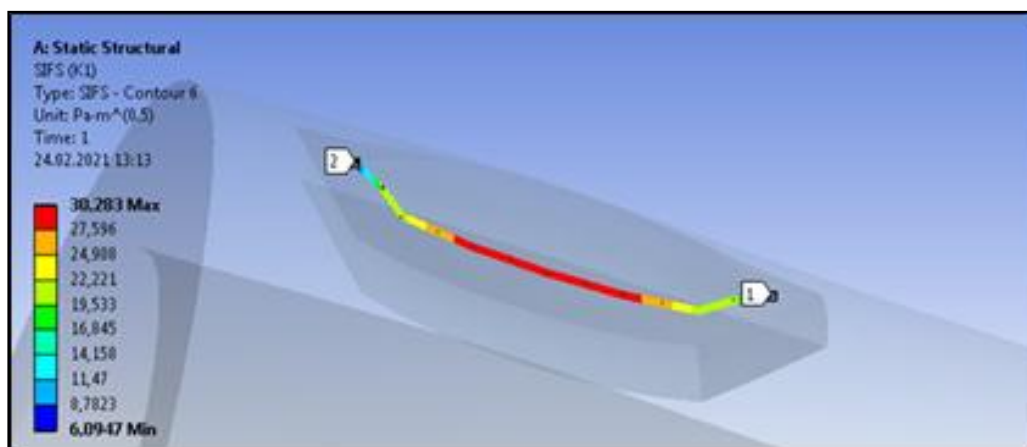


Рисунок 4 – Расчет КИН (KI), $\text{МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ вдоль контура трещины

Аналогичные результаты дает вычисление KI для наиболее информативных пятого и шестого контуров. Графическая зависимость значения KI от расположения точки на линии фронта трещины представлена на рисунке 5. Сплошной линией отмечен 6-й контур, пунктирной – 5-й. Результаты для контуров 1–4 не представлены ввиду большой погрешности вычислений.

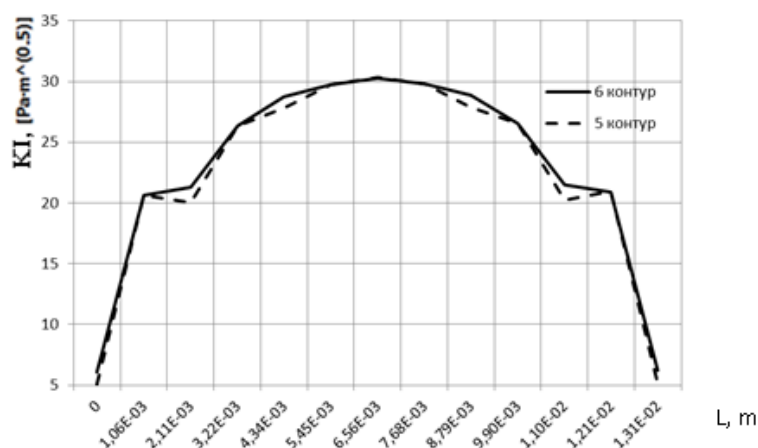


Рисунок 5 – Зависимость значения KI, $\text{МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ от положения на линии фронта L, m

Выводы

Развитие техники создает условия для совершенствования методов расчета и проектирования на заданный ресурс, методов оценки технического состояния и ресурса в условиях эксплуатации конструкций, деталей машин, подвергающихся действию интенсивных переменных нагрузок. Это объясняется в первую очередь появлением прикладных компьютерных программ, с помощью которых можно моделировать достаточно сложные объекты при любых видах нагружения.

В данной работе с помощью метода конечных элементов в программе ANSYS Workbench моделировалась полуэллиптическая трещина в толстостенном цилиндре. Задача решена в линейно-упругой постановке без учета пластических деформаций. В рамках линейно-упругой механики разрушения исследовалось влияние давления в толстостенной модели цилиндра на величину эквивалентных напряжений и их значения в области трещины. В качестве критерия для оценки прочности использовался коэффициент интенсивности напряжений КИ. Как показали результаты, наибольшее значение КИН наблюдается в точке, определяющей максимальную глубину трещины. Анализ напряжений в вершинах трещины и вдоль ее фронта был выполнен в информационном комплексе ANSYS. Зонами локальной концентрации напряжений стали области, прилегающие к вершинам трещины и линия ее фронта.

Представляет интерес дальнейшее исследование зависимости КИН от локализации трещины, от геометрического соотношения полуосей, отношения малой полуоси трещины к толщине стенки сосуда.

Результаты работы могут стать основой исследования параметров механики разрушения для сборных сварных конструкций цилиндрических сосудов высокого давления, а также в задачах, где необходим учет упругопластического поведения материала. На основе предложенного метода исследования могут быть выявлены дополнительные факторы, влияющие на рассматриваемые вопросы прочностных расчетов динамического напряженно-деформированного состояния автомобильных деталей.

Список литературы

1. Сборник руководств программы ANSYS. – Текст : электронный. – URL: <http://iamdrunk.ru/teach/!!%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8/ANSYS/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%BC%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%BC.pdf>.
2. Глушков, С. В. Сравнение результатов решения задачи механики разрушения для трубы с несквозной трещиной / С. В. Глушков, Ю. В. Скворцов, С. Н. Перов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2014. – № 3. – С. 36–49.
3. Панасюк, В. В. Механика разрушения и прочность материалов. Т. 2: Коэффициенты интенсивности напряжений в телах с трещинами / В. В. Панасюк. – Киев : Наукова думка, 1988. – 620 с.
4. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений : [в 2 томах] ; под редакцией Ю. Мураками. – Москва : Мир, 1990. – 2 т. – 1016 с.
5. Матвиенко, Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения / Ю. Г. Матвиенко. – Москва : Физматлит, 2006. – 328 с.
6. Сапунов, В. Т. Прочность поврежденных трубопроводов: течь и разрушение трубопроводов с трещинами / В. Т. Сапунов. – 3-е изд. – Москва : Ленанд, 2019. – 187 с.
7. Бочектуева, Е. Б. Анализ трещиностойкости прокатных валков стана кварто / Е. Б. Бочектуева, В. Е. Рогов // Омский научный вестник. – 2017. – № 6(156). – С. 12–14.
8. Применение метода плоских сечений для определения коэффициентов интенсивности напряжений / С. Ю. Гоог, И. С. Таболин, Е. И. Ширяев, Л. Б. Шрон // Вестник КузГТУ. – 2012. – № 1. – С. 137–140.
9. Морозов, Е. М. Метод конечных элементов в механике разрушения / Е. М. Морозов, Г. П. Никишков. – Москва : Наука, 1981. – 254 с.
10. Сиратори, Т. Вычислительная механика разрушения / Т. Сиратори, Т. Миёси, Х. Мацусита. – Москва : Мир, 1986. – 334 с.

Л. П. Вовк, Е. С. Кисель, А. С. Даниленко
Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка
Информационно-системное моделирование в задачах механики разрушения

Для исследования появления и распространения трещин в тех или иных условиях успешно используется механика разрушения. Однако в настоящее время аналитические решения существуют только для простых трещин. Трещины же сложные (наклонные, разветвленные и т. д.) могут быть решены только с использованием численных методов.

Благодаря постоянно развивающимся компьютерным технологиям инженеры и ученые уже получили возможность анализа прочности, напряженно-деформированного состояния конструкции с трещинами или без, не прибегая к созданию моделей, эквивалентных данным, а лишь работая в системах инженерного анализа (CAE-системы). Метод, использующий математические модели вместо экспериментальных стендов, очень перспективен с точки зрения автоматизации и ускорения инженерных расчетов. Данный метод экономичен по материальным и трудовым затратам.

В ANSYS была смоделирована аналогичная образцу 3D геометрическая модель полого толстостенного цилиндра с полуэллиптической поверхностной трещиной, построена конечно-элементная сетка и приложены необходимые нагрузки. Следует также заметить, что при трехмерном моделировании необходимо искусственно сдвигать узлы конечного элемента в вершине трещины. Следовательно, появляется необходимость в разработке метода автоматизированного процесса построения сетки конечных элементов в вершине трещины для трехмерных объектов.

В результате расчета были получены карты распределения перемещений и эквивалентных напряжений по IV теории прочности, а также распределение коэффициентов интенсивности напряжений (КИН) по фронту трещины. Полученные в ANSYS значения КИН были представлены в виде графиков зависимости КИН от номера узла фронта трещины.

По результатам моделирования можно сделать вывод о том, что такие виды дефектов зависят от растягивающих напряжений. Внутреннее давление, технические характеристики материала, а также толщина стенки и диаметр цилиндра в наибольшей степени влияют на растягивающие напряжения. Результаты работы могут стать основой исследования параметров механики разрушения для сборных сварных конструкций цилиндрических сосудов высокого давления, а также в задачах, где необходим учет упругопластического поведения материала. На основе предложенного метода исследования могут быть выявлены дополнительные факторы, влияющие на рассматриваемые вопросы прочностных расчетов динамического напряженно-деформированного состояния автомобильных деталей.

МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ЭЛЛИПТИЧЕСКАЯ ТРЕЩИНА, КОЭФФИЦИЕНТ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ, ФРОНТ ТРЕЩИНЫ, ПОЛЫЙ ЦИЛИНДР, ИНФОРМАЦИОННО-СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

L. P. Vovk, E. S. Kisel, A. S. Danilenko

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka

Information and System Modelling in the Problems of the Fracture Mechanics

The fracture mechanics is successfully used to study the crack appearance and proliferation under certain conditions. However, analytical solutions currently exist only for simple cracks. The complex cracks (inclined, branched, etc.) can only be solved using the numerical methods.

Thanks to the constantly developing computer technologies, the engineers and scientists have already received the opportunity to analyze the strength, the deflected mode of a structure with or without cracks, without resorting to creating the models that are equivalent to the data, but only working in the analysis engineering systems. The method using mathematical models instead of the experimental stands is very promising from the point of view of the automation and acceleration of engineering calculations. This method is economical in terms of the material and labour costs.

In the ANSYS, a similar 3D geometric model of a hollow thick-walled cylinder with a semi-elliptical surface crack was simulated, a finite-element mesh is built, and the necessary loads are applied. It should also be noted that in the 3D modelling it is necessary to shift the units of the finite element at the crack tip. Consequently, there is a need to develop a method for the automated process for generating a finite element mesh at the crack tip for three-dimensional objects.

As a result of the calculation, the maps of the shift distribution and equivalent stresses according to the IV theory of strength, as well as the distribution of stress intensity factors (SIF) along the crack front are obtained. The SIF

values obtained in the ANSYS were presented in the form of graphs of the SIF dependence on the number of the crack front unit.

Based on the simulation results, it can be concluded that these types of defects depend on the tensile stresses. The internal pressure, material specifications, the wall thickness and the cylinder bore have the greatest influence on the tensile stresses. The results of this work can become the basis for studying the parameters of the fracture mechanics for the prefabricated welded structures of the cylindrical high-pressure vessels, as well as in problems where it is necessary to take into account the elastoplastic behaviour of the material. On the basis of the proposed research method, the additional factors, affected the considered issues of the strength calculations of the dynamic deflected mode of the automobile parts, can be identified.

FINITE ELEMENT METHOD, ELLIPTIC CRACK, STRESS INTENSITY FACTOR, CRACK FRONT, HOLLOW CYLINDER, INFORMATION AND SYSTEM APPROACH

Сведения об авторах:

Л. П. Вовк

SPIN-код: 9860-6682
Телефон: +38 (071) 301-98-55
Эл. почта: lv777@list.ru

Е. С. Кисель

SPIN-код: 7676-8943
Телефон: +38 (071) 443-74-77
Эл. почта: e.s.kisel@gmail.com

А. С. Даниленко

Телефон: +38 (071) 306-31-85
Эл. почта: a.danilenko@e.adidonntu.ru

Статья поступила 25.02.2021

© Л. П. Вовк, Е. С. Кисель, А. С. Даниленко, 2021

Рецензент: В. Л. Николаенко, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

В. В. Быков, канд. техн. наук, А. Н. Пьянков

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ М1 ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Рассмотрены вопросы контроля технического состояния колесных транспортных средств категории М1 в Донецкой Народной Республике при проведении диагностики на линии инструментального контроля BOSCH SDL 260. Особое внимание уделено определению параметров технического состояния тормозных дисков автомобилей. Установлено, что тормозные диски с предельной величиной биения могут определяться по результатам инструментального контроля на современном диагностическом оборудовании, это значительно снижает риски на допуск к эксплуатации автомобилей, не соответствующих требованиям безопасности.

Ключевые слова: тормозные свойства, инструментальная диагностика, протокол испытаний, эффективность торможения, биение тормозных дисков

Введение

В Донецкой Народной Республике, несмотря на эпидемиологическую обстановку, интенсивность движения автомобильного транспорта неуклонно растет. В Республику ввозится большое количество легковых автомобилей из Российской Федерации, США и Европейского союза. Если из РФ ввозится значительное количество новых автомобилей, то из других стран в основном подержанные автомобили с большими пробегами и не в самом лучшем техническом состоянии. Средний возраст автомобилей категории М1 превышает 20 лет. Перечисленные факторы влияют на безопасность дорожного движения, которая существенно снижается. Возрастает количество дорожно-транспортных происшествий. С 1 декабря 2020 года в ДНР вступила в силу норма Закона «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств» [1], согласно которой все водители должны иметь полис ОСАГО. 30 декабря вышло постановление правительства ДНР «Об утверждении Порядка проведения обязательного технического осмотра транспортных средств» [2], вследствие чего активно решается вопрос о проведении технического осмотра колесных транспортных средств. При этом сертификация ввезенных в ДНР автомобилей проходит формально на СТО, не имеющих аттестата аккредитации испытательных лабораторий. Поэтому в Республике остро стоит проблема качественного контроля технического состояния колесных транспортных средств (КТС).

При решении данной проблемы основная роль отводится активной безопасности колесных транспортных средств, поскольку это обеспечивает снижение аварийности на дорогах. Одним из важных элементов, определяющих активную безопасность автомобиля, является его тормозная система. Исправность тормозной системы автомобиля, непосредственно влияющей на его управляемость и устойчивость, является залогом безопасности дорожного движения. Именно поэтому контролю технического состояния этой системы автомобиля в эксплуатационный период должно уделяться первоочередное внимание.

Для контроля технического состояния КТС в ДНР аккредитована испытательная лаборатория «Диагностика» Автомобильно-дорожного института Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет» (АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»), которая соответствует всем требованиям Системы сертификации на транспорте и в дорожном хозяйстве и руководствуется в

работе в качестве нормативных документов, согласно Указу Главы ДНР, ГОСТами Российской Федерации [3].

Лаборатория «Диагностика» имеет Аттестат аккредитации испытательной лаборатории, оснащена всем необходимым оборудованием для проведения инструментального контроля колесных транспортных средств и обеспечивает диагностику всех параметров, указанных в ГОСТ 33997-2016 [4].

Анализ публикаций

Мороз С. М., Парфёнов Е. В. и Зиновчук Д. В. [5] отмечают, что с введением ГОСТ 33997-2016 повысится достоверность оценок безопасности КТС в условиях эксплуатации, за счет включения в стандарт требования установки на стенд для проверки тормозных систем КТС без видимого перекося, что предотвратит возникновение дополнительной погрешности измерения тормозных сил.

В [6, 7] приведена методика исследования эффективности торможения тормозной системы автомобилей категории М1 на современном диагностическом оборудовании, рассмотрены способы оценки эффективности торможения рабочей тормозной системы современных автомобилей, разработана методика оценки тормозных свойств автомобилей и указано, что при инструментальном контроле невозможно выявить ряд неисправностей, влияющих на безопасность дорожного движения.

Целью исследования является улучшение качества диагностики тормозных свойств КТС категории М1 с помощью инструментального контроля.

Основная часть

Для достижения поставленной цели необходимо провести анализ эффективности торможения и устойчивости при торможении транспортного средства категории М1 по результатам инструментального контроля.

Для исследования тормозных качеств автомобилей предлагается комплекс мероприятий по диагностике КТС.

При исследованиях применялось оборудование лаборатории «Диагностика» кафедры «Автомобильный транспорт» АДИ ГОУВПО «ДОННТУ». Тормозные качества автомобилей контролировались во время испытаний на силовом роликовом стенде фирмы BOSCH типа BSA 250, который является составной частью линии инструментального контроля BOSCH SDL 260 (рисунок 1).

Достоинством данного оборудования является возможность определения параметров тормозных качеств автомобиля в автоматическом режиме с выводом информации на монитор или проектор и сохранением ее в базе данных автомобилей. Все измерения проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 33997-2016 «Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки» [4].

При стендовых испытаниях определяются максимальные значения тормозных сил P , которые достигаются на каждом из колес автомобиля при условии отсутствия блокировки. Исходя из измеренных значений P , вычисляется удельная тормозная сила γ_T . Относительная разность F % тормозных сил колес оси рассчитывается для каждой оси КТС по результатам измерения тормозных сил на колесах в момент достижения порога проскальзывания опережающим колесом. Общая удельная тормозная сила γ_T должна быть не менее 0,5, а относительная разность F тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) для осей КТС с дисковыми колесными тормозными механизмами не более 20 % и для осей с барабанными колесными тормозными механизмами – не более 25 %. Усилие на педали тормоза, которое измеряется беспроводным датчиком (рисунок 2), не должно превышать 490 Н [2].



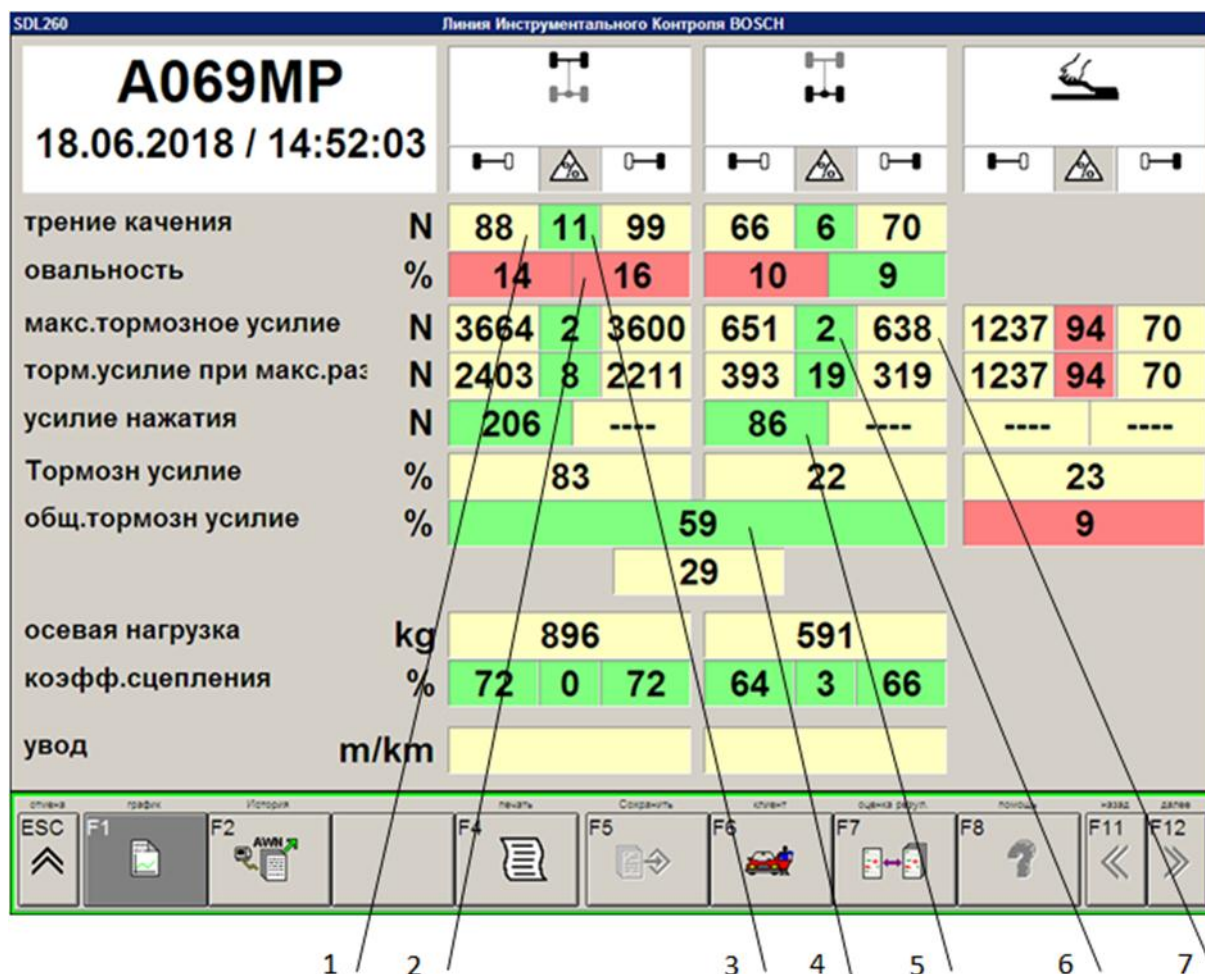
1 – монитор; 2 – принтер; 3 – стойка с АЦП; 4 – площадка для взвешивания автомобиля;
5 – опорно-приводное устройство тормозного стенда
Рисунок 1 – Линия диагностики BOSCH SDL 260



1 – датчик измерения усилия на педали тормоза; 2 – педаль тормоза;
3 – пульт дистанционного управления
Рисунок 2 – Беспроводной датчик измерения усилия на педали тормоза
с пультом дистанционного управления

При диагностировании на мониторе 1 или экране проектора (рисунок 1) в режиме реального времени отображаются фактические значения трения качения колеса, параметры биения диска (в случае барабанных тормозов – овальность тормозного барабана), параметры тормозных усилий на колесах, усилие нажатия на педаль тормоза.

По завершении испытаний в память программы заносятся результаты в виде протокола испытаний (рисунок 3) и графиков изменения тормозных усилий во времени (рисунок 4). Данная информация сохраняется в базе данных о каждом продиагностированном автомобиле.



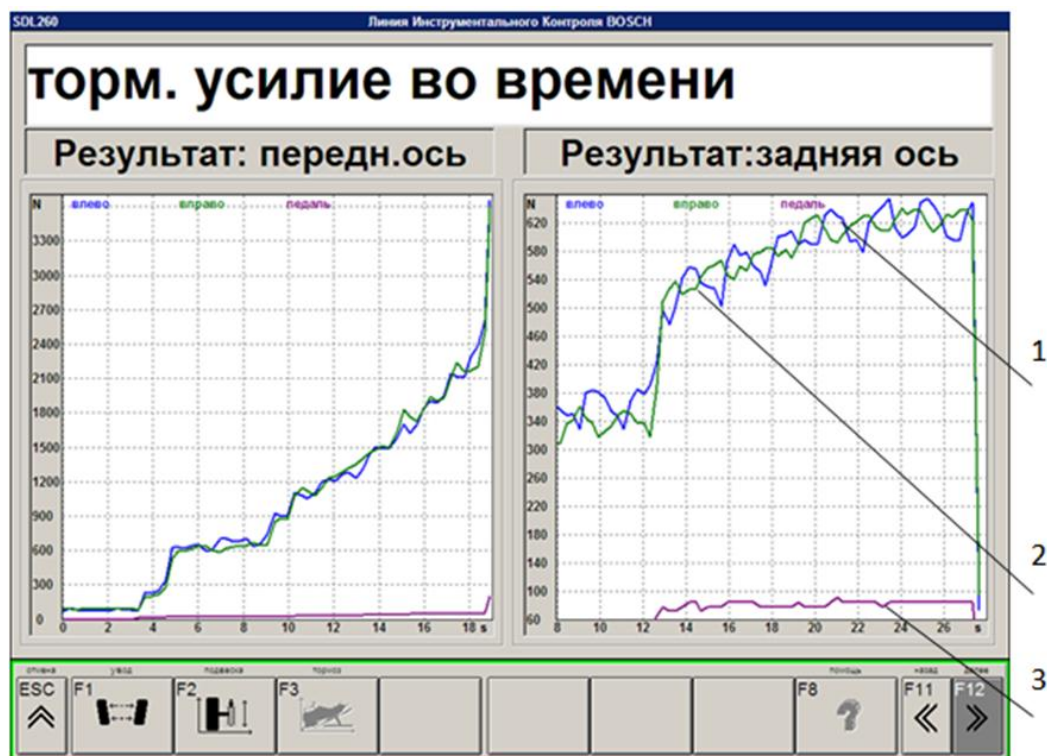
1 – усилие на прокручивание незаторможенных колес (трение качения); 2 – биение тормозного диска (овальность тормозного барабана); 3 – значение коэффициента неравномерности трения качения незаторможенных колес; 4 – общая удельная тормозная сила γ_T ; 5 – усилие на педали тормоза; 6 – относительная разность тормозных сил колес оси F (%); 7 – значение тормозных усилий на колесе P (Н)

Рисунок 3 – Протокол испытаний

Как видно из графика, разница тормозных усилий во времени, изображенная на рисунке 5, при относительной разности F тормозных сил колес осей и при наличии биения рабочих поверхностей тормозных дисков, в результате торможения заднюю ось автомобиля будет заносить вправо от прямолинейного движения.

Для определения взаимосвязи между изменением тормозных усилий во времени и реальным биением рабочих поверхностей тормозных дисков диагностируемого автомобиля, было проведено измерение биения тормозных дисков с помощью индикатора часового типа ИЧ с ценой деления 0,01 мм (рисунок 6).

Измерения проводились на расстоянии 8 мм от верхнего края тормозного диска через каждые 45 градусов в восьми точках. Результаты измерений представлены на рисунке 7.



1 – тормозная сила левого заднего колеса; 2 – тормозная сила правого заднего колеса;
3 – усилие на педали тормоза

Рисунок 4 – График изменения тормозных сил во времени на передней и задней осях автомобиля

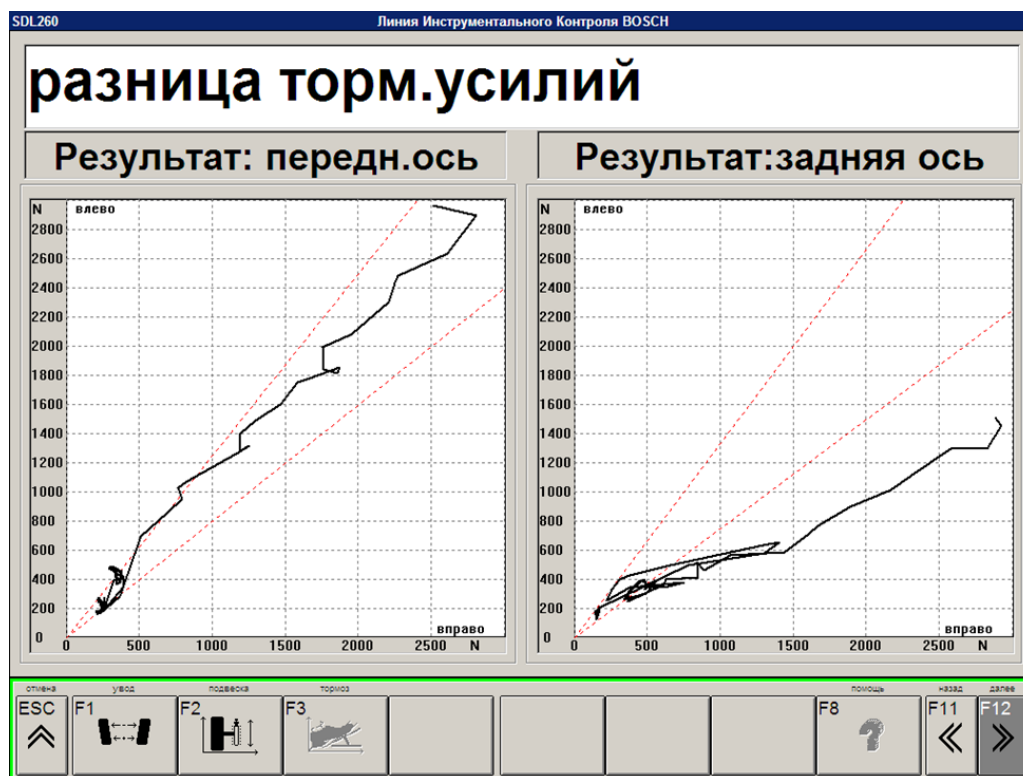


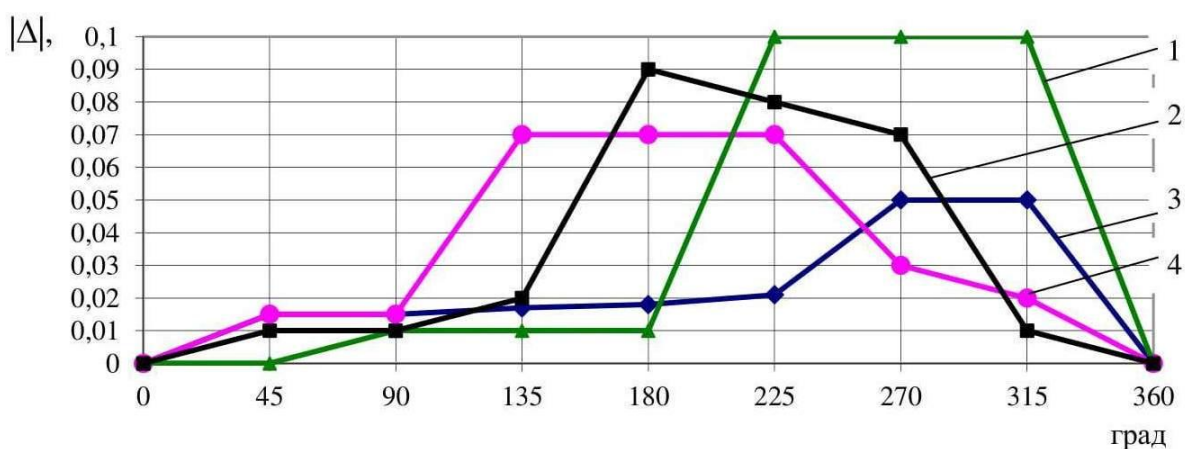
Рисунок 5 – График разницы тормозных сил во времени на передней и задней осях автомобиля



1 – индикатор часового типа;

2 – тормозной диск

Рисунок 6 – Измерение биения тормозного диска на автомобиле



1 – левый передний тормозной диск;

2 – правый передний тормозной диск;

3 – правый задний тормозной диск;

4 – левый задний тормозной диск

Рисунок 7 – Результаты измерений биения тормозных дисков

В результате проведенных исследований установлено, что на силовом роликовом стенде BOSCH BSA 250 можно определять наличие биения тормозных дисков при проведении диагностики тормозной системы автомобиля. Как видно из протокола испытаний и измерений биения микрометром, тормозные диски имеют следующие величины биений: передний левый 14 % (0,09 мм), передний правый 16 % (0,1 мм), задний левый 10 % (0,07 мм) и задний правый 9 % (0,05 мм). Критерием предельного состояния рабочих поверхностей тормозных дисков являются: биение более 0,05 мм, износ более предельной толщины диска, установленной производителем.

Дорожные испытания параметров тормозных качеств подтверждают влияние биения рабочих поверхностей тормозных дисков на эффективность торможения. Было установлено, что из-за биения рабочих поверхностей тормозных дисков тормозной путь автомобиля Ауди 100 со скорости 80 км/ч до полной остановки при усилии на педали тормоза равной 100 Н увеличивается на 8 м, по сравнению с тормозным путем автомобиля с дисками, не имеющими биения.

Заключение

Установлено, что наряду с показателями тормозной эффективности и устойчивости, существенное влияние на тормозные свойства оказывает такой показатель, как биение тор-

мозных дисков, который не указан в ГОСТ 33997-2016, но по результатам инструментального контроля есть возможность выявить тормозные диски с предельной величиной биения, которая по требованиям большинства производителей составляет 0,05 мм, что соответствует величине биения рабочих поверхностей тормозного диска в 10 % на тормозном стенде BOSCH BSA 250.

Список литературы

1. Донецкая Народная Республика. Законы. Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств : принят Постановлением Народного Совета № 37-ПНС от 24.05.2019 г. – Текст : электронный // Главбух ДНР. – URL: <https://gb-dnr.com/normativno-pravovye-akty/7542/80721/>.
2. Донецкая Народная Республика. Законы. Об утверждении Порядка проведения обязательного технического осмотра транспортных средств : утвержден Постановлением Правительства ДНР № 89-12 от 30 декабря 2020 г. – Текст : электронный // Правительство Донецкой Народной Республики : [сайт]. – URL: <https://pravdnr.ru/npa/postanovlenie-pravitelstva-doneczkoj-narodnoj-respubliki-ot-30-dekabrya-2020-g-%E2%84%96-89-12-ob-utverzhdenii-poryadka-provedeniya-obyazatel'nogo-tehnicheskogo-osmotra-transportnyh-sredstv/>.
3. Донецкая Народная Республика. Законы. О применении стандартов на территории Донецкой Народной Республики : Указ Главы Донецкой Народной Республики № 399 от 22 ноября 2016 года. – Текст : электронный / Главбух ДНР. – URL: <http://gb-dnr.com/normativno-pravovye-akty/4040/>.
4. ГОСТ 33997-2016. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 июля 2017 г. : введен впервые : дата введения 2018-02-01 / разработан ООО «МИП «МАДИЭКСПЕРТИЗА». – Москва : Стандартинформ, 2017. – 73 с.
5. Мороз, С. М. Новый межгосударственный ГОСТ 33997-2016 «Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки» / С. М. Мороз, Е. В. Парфёнов, Д. В. Зиновчук. – Текст : электронный // Журнал автомобильных инженеров. – 2017. – № 6(107). – С. 36–38. – URL: <http://www.aae-press.ru/j0107/index.htm>.
6. Быков, В. В. Совершенствование методики оценки устойчивости автомобиля при торможении по результатам инструментального контроля / Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2019. – № 2(29). – С. 12–19.
7. Гасанов, Б. Г. Контроль технического состояния тормозных дисков автомобилей в условиях эксплуатации / Б. Г. Гасанов, В. В. Быков, О. В. Косар. – Текст : электронный // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2018 : материалы IV Международной научно-практической конференции в рамках четвертого Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и социально-экономическое развитие», 24 мая 2018 г. – Донецк : ДонНТУ, 2018. – С. 109–111. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37188985_99233376.pdf.

В. В. Быков, А. Н. Пьянков

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

**Контроль технического состояния тормозных дисков автомобилей категории М1
по результатам инструментальной диагностики**

С вступлением в силу нормы Закона ДНР «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств» и Постановления правительства ДНР «Об утверждении Порядка проведения обязательного технического осмотра транспортных средств» в Донецкой Народной Республике остро стоит проблема качественного контроля технического состояния колесных транспортных средств.

В статье рассмотрены вопросы контроля технического состояния колесных транспортных средств категории М1 в Донецкой Народной Республике при проведении диагностики на линии инструментального контроля BOSCH SDL 260.

Особое внимание уделено определению параметров эффективности торможения и устойчивости при торможении колесных транспортных средств при измерении методом стендовых испытаний с соблюдением требований ГОСТ 33997-2016, который с 2018 года может применяться в нашей Республике. Наряду с показателями тормозной эффективности и устойчивости, существенное влияние на тормозные свойства оказывает величина биения тормозных дисков. Такие диски с предельной величиной биения могут определяться по результатам инструментального контроля на современном диагностическом оборудовании, что значительно снижает риски на допуск к эксплуатации автомобилей, не соответствующих требованиям безопасности.

ТОРМОЗНЫЕ СВОЙСТВА, ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА, ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОРМОЖЕНИЯ, БИЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ

V. V. Bykov, A. N. Piankov
Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Monitoring the Brake Discs Technical State of the Category M1 Cars Based on the Results of the Instrumental Diagnostics

With the entry into force of the Law norms «On Compulsory Insurance of Civil Liability of Vehicle Owners» and the Decree of the Government of the DPR «On Approval of the Procedure for Compulsory Technical Inspection of Vehicles» in the Donetsk People's Republic, there is an acute problem of the quality control of the vehicle technical state.

The article considers the issues of monitoring the technical state of the category M1 vehicles in the Donetsk People's Republic during the diagnostics on the BOSCH SDL 260 instrumental control line.

The particular attention is paid to determining the parameters of the braking efficiency and stability at wheeled vehicles braking when measured by the bench test method in compliance with the requirements of the State Standard 33997-2016, which can be applied in our republic since 2018. Along with the braking efficiency and stability indicators, the runout of the brake discs has a significant effect on the braking properties. Such discs with a limiting runout value can be determined by the results of the instrumental control using modern diagnostic equipment, which will significantly reduce the risks of allowing vehicles that do not meet safety requirements to operate.

BRAKING PROPERTIES, INSTRUMENTAL DIAGNOSTICS, TEST REPORT, BRAKE EFFICIENCY, BRAKE DISC BEATING

Сведения об авторах:

В. В. Быков

SPIN-код: 8378-0977
Телефон: +38 (071) 301-98-53
Эл. почта: bykov_v_v_59@mail.ru

А. Н. Пьянков

Телефон: +38 (071) 332-88-49
Эл. почта: pyankov00@mail.ua

Статья поступила 01.02.2021

© В. В. Быков, А. Н. Пьянков, 2021

Рецензент: А. Н. Дудников, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

**И. Ф. Воронина, канд. техн. наук, Ф. М. Судак, канд. техн. наук,
В. С. Перов, С. М. Шаповалов, И. А. Троицкий, Ф. В. Молозин**

**Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКАЗА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В продолжение проведенных исследований по повышению эффективности использования автомобильного транспорта рассматривается возможность оптимизации количества заказываемых запасных частей с использованием теории управления, которая базируется на общих положениях и методах теории сложных систем.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, оптимизация заказа, запасные части, функция риска

Введение

На данном этапе развития экономики Донецкой Народной Республики автомобильный транспорт вынужден функционировать в условиях неопределенной экономической ситуации и риска, постоянно возрастающей стоимости запасных частей, а также отсутствия возможности своевременной их доставки.

Выходом из этой непростой ситуации станет совершенствование системы материально-технического снабжения [1, 2], которая оказывает существенное влияние на коэффициент технической готовности подвижного состава.

На складах автотранспортных предприятий Республики необходимо обеспечить соответствующее количество и номенклатуру запасных частей для узлов и агрегатов автомобилей. Поэтому, по мере развития экономики, возникает необходимость совершенствовать методологические основы прогнозирования потребности в запасных частях и оптимизации их заказа.

Математическая модель числа отказов, построенная по распределению Пуассона, была разработана в [3]. В качестве основного показателя прогнозирования расхода запасных частей с использованием данных об интенсивности замены деталей, эта модель позволит рассчитать потребность сменных деталей для автотранспортных предприятий (АТП) Донецкой Народной Республики.

Анализ публикаций

Разработкой методических принципов расхода запасных частей для предприятий автомобильного сервиса занимались следующие ученые: Я. М. Беркович, А. М. Шейнин, А. И. Иванов, В. А. Щетина, В. С. Лукинский [4], А. С. Гришин и др.

Указанные авторы в основном решали проблему обеспечения запасными частями автотранспортных предприятий в условиях детерминированного спроса, в то же время в их работах не нашли отражения вопросы формирования запаса на складах автотранспортных предприятий в условиях риска и неопределенности.

До сих пор нерешенной остается проблема оптимизации заказа запасных частей на АТП Донецкой Народной Республики.

Цель статьи

Повышение эффективности работы подвижного состава автомобильного транспорта на автотранспортных предприятиях Донецкой Народной Республики путем оптимизации количества заказываемых запасных частей.

Методика и результаты исследования

В процессе проведения дальнейших исследований по повышению эффективности использования автотранспортной техники целесообразно использовать теорию управления, которая, в свою очередь, базируется на общих положениях и методах теории сложных систем. Однако значительная часть теоретических положений теории управления имеет достаточно общий характер и может быть использована, после соответствующей переработки и дополнения, для анализа синтеза широкого класса сложных технических систем, используемых в транспортном процессе страны.

Осуществив прогнозирование потребности запасных частей [3], центральной задачей исследования следует в дальнейшем считать оптимизацию количества заказываемых запасных частей, так как от результатов ее решения зависит продолжительность простоев техники в период выполнения транспортных работ. Если определять потребность запасных частей для небольших предприятий по математическому ожиданию: $M_x = a_1 = \lambda L$ [3], то объем заказа некоторых деталей будет несколько меньшим, чем их фактическая потребность. Если же в качестве расчетного показателя использовать математическое ожидание, то заказ ряда позиций деталей будет значительно больше их фактической потребности. Оба варианта не являются оптимальными ни с позиций конкретных автотранспортных предприятий, ни с позиции настоящего развития экономики Донецкой Народной Республики. Наиболее экономичным решением данной задачи является определение потребности запасных частей для этих предприятий с учетом оптимизации объема заказа.

Задача определения оптимальных значений выходных характеристик системы эксплуатации является одной из основных в теории управления. Применительно к автомобильному транспорту следует найти такие значения выходных характеристик системы использования техники, при которых расходы на ее эксплуатацию будут минимальными. Согласно общим положениям теории управления [5, 6] исследования при изменяющихся характеристиках надежности используемой техники целесообразно проводить путем минимизации риска принятия неверного решения. Оптимальной считается такая величина искомого показателя, при которой функция риска минимальна.

Для упрощения последующих расчетов необходимо определить систему, которая включает в себя 100 автомобилей, после чего для такой системы рассчитать оптимальный заказ запасных частей на один год эксплуатации по критерию минимума риска.

Для проведения последующих расчетов необходимо обозначить:

C_1 – средняя стоимость планового заказа одной детали в момент q , включающая в себя затраты на доставку этой детали на склад;

C_2 – средняя стоимость хранения и технического обслуживания детали на складе в течение среднего времени ее нахождения на складе за период τ_q ;

$C_{1н}$ – средняя стоимость непланового заказа детали в интервале τ_q ;

$C_{1пр}$ – средняя стоимость нахождения машины в неработоспособном состоянии из-за несвоевременной доставки непланово заказанной детали в интервале τ_q .

Таким образом, средние затраты:

$$C_3 = C_{1н} + C_{1пр}. \quad (1)$$

Обозначим через X_q случайную величину числа деталей, которые будут необходимы в интервале эксплуатации τ_q , а через K_q – число деталей, которые заказаны и к началу интервала находятся на складе. Для рационального управления производственными запасами рассмотрим функцию потерь $C(V_q)$ как функцию случайного аргумента:

$$V_q = X_q + K_q. \quad (2)$$

С целью практической реализации рассмотрим функцию $C(V_1)$ для интервала эксплуатации $\tau(q=1\text{ год})$. Случайная величина X_q принимает значения в пределах $(0, \infty)$, поэтому в соответствии с формулой (2) случайная величина V_q лежит на интервале $(-K_q, \infty)$.

Расходы на плановый заказ K_1 деталей составляют $(C_1 K_1)$, а затраты на их хранение и техническое обслуживание $(C_2 K_1)$ в течение срока τ_1 .

Увеличение потерь за счет непланового заказа каждой детали, дополнительно потребовавшейся сверх запаса K_1 , составляет $(C_3 V_1)$.

Таким образом, функция потерь равна:

$$C(V_1) = \begin{cases} K_1(C_1 + C_2), & (-K \leq V_1 \leq 0); \\ C_3 V_1, & (1 \leq V_1 \leq \infty). \end{cases} \quad (3)$$

Для того чтобы построить функцию риска, являющуюся математическим ожиданием функции потерь, необходимо знать распределение случайной величины V_1 или X_1 . В соответствии с ранее проведенными исследованиями [3] установлено, что на произвольном интервале времени поток отказов и замен деталей – пуассоновский с параметром a_1 , что является математическим ожиданием числа требующихся запасных частей на интервале τ_q (годовой пробег автомобиля).

С учетом формулы (3) математическое ожидание функции потерь, являющееся функцией риска, согласно теории управления можно представить выражением:

$$K_1(C_1 + C_2) \sum_{X=0}^{K_1} \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1} + C_3 \sum_{X=K_1+1}^{\infty} (X - K_1) \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1}. \quad (4)$$

Первый член этого выражения определяет математическое ожидание потерь при удовлетворении заявок со склада, на котором находится K_1 деталей, а второе – математическое ожидание затрат при неплановых заказах деталей сверх запаса K_1 .

Зависимость (4) преобразуется следующим образом:

$$\begin{aligned} \overline{C}(K_1) &= K_1 \sum_{X=0}^{K_1} \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1} + \overline{C}_3 \sum_{X=K_1+1}^{\infty} (X - K_1) \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1} = \\ &= K_1 \sum_{x=0}^{K_1} \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1} + \overline{C}_3 \sum_{X=K_1+1}^{\infty} X \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1} - \overline{C}_3 K_1 \left(1 - \sum_{X=0}^{K_1} \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1} \right), \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{где } \overline{C}_3 = \frac{C_3}{C_1 + C_2}.$$

Согласно рекомендации [5], окончательное выражение целевой функции имеет вид:

$$\overline{C}(K_1) = K_1 \left(K + \overline{C}_3 \right) \sum_{X=0}^{K_1} \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1} - \overline{C}_3 K_1 + \overline{C}_3 \sum_{X=K_1+1}^{\infty} \frac{a_1^X}{X!} e^{-a_1}. \quad (6)$$

Минимизируя функцию риска (6) с учетом a_1 , рассчитанного по результатам предыдущих исследований, можно найти оптимальную по критерию минимума риска величину K_1 .

Общее оптимальное число деталей, которое должно быть заказано для эксплуатации в

течение года для 100 автомобилей, каждый из которых содержит n таких деталей, составит:

$$W_{3q} = 100K_1n. \quad (7)$$

При многократном пополнении запасов в определенные моменты эксплуатации системы задано число «1» раз пополнения запасов. В этом случае выполняется условие:

$$\tau_3 = \sum_{q=1}^l \tau_q. \quad (8)$$

Для каждого интервала запас может быть найден решением уравнения (6) с учетом (7). Однако в этом случае после первого интервала τ_1 , на котором будет израсходовано какое-то количество деталей, новый заказ должен быть сделан с учетом остатка.

Расчет дополнительного заказа деталей для интервала τ_q после завершения τ_{q-1} интервала эксплуатации при остатке запасных деталей сводится к определению величины $100(K_q - \tau_q)$ заказа на 100 автомобилей для интервала τ_q при минимизации функции риска:

$$\begin{aligned} \bar{C}(K_q) = K_q(1 + \bar{C}_{3q}) \sum_{X=0}^{K_q} \frac{a_q^X}{X!} e^{-a_q} - \bar{C}_{3q} K + \\ + \bar{C}_{3q} K_q \sum_{X=K_q+1}^{\infty} X \frac{a_q^X}{X!} e^{-a_q} = \min. \end{aligned} \quad (9)$$

В качестве исходных данных должны быть заданы \bar{C}_{3q} и $a(t)$.

Но дискретная функция (9) позволяет только приблизительно оптимизировать решаемую задачу путем определения дискретного экстремума. Истинный экстремум находится в какой-то промежуточной точке интервала оптимизации (между двумя соседними дискретными значениями). Для его определения необходимо рассчитать на этом ограниченном интервале дискретно-непрерывную функцию и оптимизировать. Суть такой оптимизации заключается в следующем: по соседним критическим значениям дискретной функции необходимо определить интервал оптимизации, в котором находится истинный экстремум – оптимальное значение \hat{K}_1 . На основании теоремы Котельникова [7] отрезок прямой на этом ограниченном интервале необходимо заменить непрерывной функцией – многочленом, проходящим через точки дискретного интервала. Наиболее подходящей является квадратная функция общего вида:

$$y = Ax^2 + Bx + C. \quad (10)$$

График этой функции – парабола с осью симметрии, расположенной параллельно оси ординат. Коэффициенты A и C определяются по трем точкам. Две точки являются концами дискретного интервала оптимизации, а третью необходимо определить, исходя из точности вычисления ординат дискретной функции. Точность абсциссы и ординаты необходимо брать на один-два порядка выше, чем аналогичные дискретные показатели целевой функции риска. Если не придерживаться этого принципа, то может оказаться, что экстремум аппроксимирующей функции выйдет за пределы интервала оптимизации.

Также может оказаться, что экстремум лежит вблизи конца дискретного интервала оптимизации или в самом конце интервала. При этом нет гарантии, что экстремум принадлежит именно этому интервалу. В аналогичной ситуации поступают следующим образом. По трем точкам дискретной целевой функции строят параболу и исследуют ее классическим методом. Этим уточняется вопрос о принадлежности экстремума к соответствующему дис-

кретному интервалу и оценивается точность. Увеличив точность квантования, в соответствии с результатами уточнения находим истинный, а не дискретный экстремум.

Следовательно, для определения координат минимальной точки с точностью ΔK_1 будем полагать, что в интервале оптимизации имеет место непрерывная параболическая функция вида:

$$\bar{C}(K_1) = AK_1^2 + BK_1 + C. \quad (11)$$

Составив систему трех уравнений и решив ее, определим числовые значения коэффициентов A, B и C . Полученное для участка оптимизации уравнение параболы исследуем на экстремум:

$$\frac{d\bar{C}(K_1)}{dK_1} = 2A\hat{K}_1 + B = 0. \quad (12)$$

Из уравнения (12) находим истинное значение оптимального показателя:

$$\hat{K}_1 = -\frac{B}{2A}. \quad (13)$$

Таким образом, при математическом ожидании расхода соответствующей детали $a_1 = \lambda L_{\text{год}}$ получено оптимальное решение при \hat{K}_1 , так как в этом случае значение вычисляемой функции минимально. Оптимальный же годовой запас деталей на 100 автомобилей при этом определяется по формуле (7).

Анализ функции риска (9) свидетельствует о том, что эффективность использования подвижного состава автомобильного транспорта во многом зависит от совершенства его конструкции и качества ремонта, что характеризуется меньшим математическим ожиданием a_1 числа требующихся запасных частей на интервале τ_q .

Выводы

Предложенная методика даст возможность повысить эффективность работы подвижного состава автомобильного транспорта на АТП Донецкой Народной Республики посредством оптимизации заказа запасных частей, что, с одной стороны, позволит ликвидировать возникший дефицит запасных частей, а с другой стороны, удовлетворит потребителей транспортной продукции.

Список литературы

1. Судак, Ф. М. Усовершенствование методики расчета необходимого количества запасных частей на предприятиях автомобильного транспорта / Ф. М. Судак, И. Ф. Воронина, А. И. Заика // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2018. – № 3(26). – С. 44–48.
2. Оптимизация затрат на управление резервом запасных частей на автосервисных предприятиях / Ф. М. Судак, И. Ф. Воронина, А. В. Еремин, Г. В. Новиков // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2019. – № 2(29). – С. 35–41.
3. Прогнозирование потребности в запасных частях для автотранспортных предприятий / И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, В. В. Негурица, А. И. Веденичев // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2020. – № 3(34). – С. 33–37.
4. Лукинский, В. С. Прогнозирование надежности автомобилей / В. С. Лукинский, Е. И. Зайцев. – Ленинград : Политехника, 1991. – 224 с. – ISBN 5-7325-0021-9.
5. Воронина, И. Ф. Разработка системы мониторинга материально-технического обеспечения предприятий автосервиса / И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, А. В. Злей // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2018. – № 4(27). – С. 46–52.
6. Коваленко, И. Н. Расчет вероятностных характеристик систем / И. Н. Коваленко. – Киев : Техника, 1982. – 96 с.
7. Волков, Л. И. Управление эксплуатацией летательных комплексов / Л. И. Волков. – Москва : Высшая школа, 1981. – 368 с.

И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, В. С. Перов, С. М. Шаповалов, И. А. Троицкий, Ф. В. Молозин
Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка
Оптимизация заказа запасных частей на автотранспортных предприятиях

На данном этапе развития экономики Донецкой Народной Республики автомобильный транспорт вынужден функционировать в условиях неопределенной экономической ситуации и риска постоянно возрастающей стоимости запасных частей, а также отсутствия возможности своевременной их доставки.

Выходом из этой непростой ситуации станет совершенствование системы материально-технического снабжения, которая оказывает существенное влияние на коэффициент технической готовности подвижного состава.

Центральной задачей исследования следует считать оптимизацию количества заказываемых запасных частей, так как от результатов ее решения зависит продолжительность простоев техники в период выполнения транспортных работ.

Предложенная методика даст возможность повысить эффективность работы подвижного состава автомобильного транспорта на автотранспортных предприятиях Донецкой Народной Республики посредством оптимизации заказа запасных частей, что, с одной стороны, позволит ликвидировать возникший дефицит запасных частей, а с другой стороны, удовлетворит потребителей транспортной продукции.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКАЗА, ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ, ФУНКЦИЯ РИСКА

I. F. Voronina, F. M. Sudak, V. S. Perov, S. M. Shapovalov, I. A. Troitskii, F. V. Molozin
Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Optimization of the Spare Parts Order at the Motor Transport Enterprises

At this stage of the economy development of the Donetsk People's Republic, the road transport is forced to function in the uncertain economic situation and in the context of the risk of constantly increasing cost of spare parts, as well as the lack of their timely delivery possibility.

The way out of this difficult situation will be to improve the material and technical supply system, which has a significant impact on the technical readiness of the rolling stock.

The central task of the study is to optimize the number of the ordered spare parts, since the results of its solution depend on the duration of the equipment downtime during the transport operations.

The proposed technique will make it possible to increase the rolling stock efficiency of the road transport at the motor transport enterprises of the Donetsk People's Republic by optimizing the order of spare parts, which, on the one hand, will eliminate the shortage of the spare parts, and on the other hand, will satisfy the consumers of the transport products.

AUTOMOBILE TRANSPORT, ORDER OPTIMIZATION, SPARE PARTS, RISK FUNCTION

Сведения об авторах:

И. Ф. Воронина

Телефон: +38 (071) 425-11-65

Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

Ф. М. Судак

Телефон: +38 (06242) 2-40-40

Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

Статья поступила 21.01.2021

© И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, В. С. Перов, С. М. Шаповалов, И. А. Троицкий, Ф. В. Молозин, 2021

Рецензент: С. В. Никульшин, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

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

Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНЫМ ПОТОКОМ

В работе введены основные понятия внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах. Приведены результаты объектного анализа и моделирования суцностей системы внешнего управления в виде UML (Unified Modelling Language) диаграмм прецедентов, последовательностей событий, состояний объектов, кооперации объектов, компонентов, деятельности, размещения. Также приведены диаграммы состояний системы, используемые при построении математических моделей сценариев и прецедентов системы. Полученные результаты могут быть использованы при разработке информационно-управляющих систем на автомобильном транспорте в контексте внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах.

Ключевые слова: косвенное управление, внешнее управление, дорожный примитив, информационное поле дорожного примитива, сенсорное поле дорожного примитива, объектный анализ, объектное моделирование

Введение

Рост плотности и разнообразия элементов транспортного потока, с одной стороны – широкая цифровизация сфер деятельности человека и рост качества IT решений, с другой стороны – актуализация задачи автоматизации управления автотранспортными средствами в составе транспортного потока. Как отметил Ю. С. Лигум «В улучшении работы транспорта одно из ведущих мест занимает информатизация технологических процессов. Результат работы в этом направлении – внедрение автоматизированных систем диспетчерского управления технологическими процессами (АСДУ ТНП) на транспорте. Опыт эксплуатации этих систем показывает, что они являются эффективным способом улучшения организации управления транспортом, повышения качества обслуживания пассажиров и работы транспортных предприятий» [1, с. 4].

Доминирующей тенденцией сейчас является создание беспилотных транспортных средств. «Рынок беспилотных технологий находится на стадии зарождения, однако развитие происходит столь стремительными темпами, что не остается сомнений – беспилотное будущее уже наступило. Эксперты уверены, что к 2028 году объем рынка роботизированных автомобилей составит минимум 42 млрд долларов» [2]. По оценкам консалтинговой компании J'son & Partners объем рынка беспилотных транспортных средств к 2035 году составит 364,8 млрд долларов. Однако очевидно, что только расходы на обеспечение качественного сенсорного поля транспортного средства ожидаются весьма значительные. Альтернативой может стать идея внешнего управления транспортным потоком (как развитие идеи косвенного управления [3, 4]), где за основу берутся заранее рассчитанные количественные характеристики элементов потока управления, ассоциируемые с точками управления маршрута.

В Автомобильно-дорожном институте ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» на кафедре «Математическое моделирование» ведутся разработки и исследования информационно-управляющих систем на автомобильном транспорте в контексте внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах.

Цель данного исследования – введение основных понятий внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах. Демонстрация результатов объектного анализа и моделирования сущностей системы внешнего управления в виде UML (Unified Modelling Language) диаграмм [5, 6] прецедентов, последовательностей событий сценариев, состояний объектов, кооперации объектов, компонентов, деятельности, размещения, диаграмм состояний системы, которые использованы при построении математических моделей сценариев и прецедентов системы.

Проблемы интеллектуализации управления на автомобильном транспорте

Процесс интеллектуализации управления средствами автомобильного транспорта сталкивается с рядом проблем:

- дороговизна технического обеспечения сенсорного поля транспортного средства (датчики, средства коммуникации);
- дороговизна технического обеспечения сенсорного поля дороги (датчики, средства коммуникации, дорожные знаки, разметка полотна дороги, светофоры);
- дороговизна технического обеспечения навигационных потребностей участников дорожного движения (спутники, приемники информации);
- сложность алгоритмов распознавания;
- высокая требовательность к скоростным характеристикам вычислительных средств и объемам их памяти;
- рост числа и разнообразия участников дорожного движения – транспортных средств.

Поэтому проблемы интеллектуализации управления средствами автомобильного транспорта допускают появление их альтернативных решений.

Одним из возможных решений может быть внешнее управление транспортным потоком.

Сравнение традиционного и внешнего управления транспортным потоком

Внешнее управление транспортным потоком предполагает минимально достаточное техническое обеспечение интеллектуальных способностей транспортного средства для выполнения задач беспилотного управления – отсутствие программно-аппаратной поддержки необходимости распознавания автомобилей «соседей», дорожных знаков, дорожной разметки. Но имеет наличие интеллектуальных способностей только в той мере, которая обеспечивает считывание (из заранее определенного набора точек маршрута) количественных характеристик элементов потока управления и реакцию на них в виде изменения вектора движения – направления движения и скорости движения.

Всякое транспортное средство является носителем собственного информационного поля, включающего всю необходимую и достаточную информацию для построения абстракции – дорожный примитив, используемую для расчета количественных характеристик элементов потока управления в виде набора точек маршрута данного транспортного средства и реализуемых транспортным средством через определенные промежутки времени.

Этот способ управления – на основе внешнего управления – предполагает наличие понятия дорожного примитива как некоторой абстракции, аккумулирующей исчерпывающую информацию об условиях движения: метео-характеристиках; состоянии дорожного полотна; наличии или отсутствии помех; критериях движения («побыстрее», «помедленнее», «проводка эксклюзивного транспортного средства» и т. д.).

Основные понятия

К понятию дорожного примитива мы приходим, рассуждая о неоднородности самой дороги – «перекресток», «круговое движение», «дорожная развязка» и т. д. Отдельные участки дороги имеют уникальные геометрические характеристики (топологию) и это отмечается наличием соответствующих дорожных знаков. Другим аргументом считаем часть дороги – дорожным примитивом могут быть ее конструктивные особенности: «грунтовка», «бетонка», «асфальт» и т. д. Возможны и другие причины считать часть дороги дорожным примитивом. Значит для каждого вида дорожного примитива должна быть построена своя система управления. Следовательно, существует задача интеграции управления в пределах дороги. Очевидно, что число дорожных примитивов дороги конечно.

Схематично дорожный примитив показан на рисунке 1.

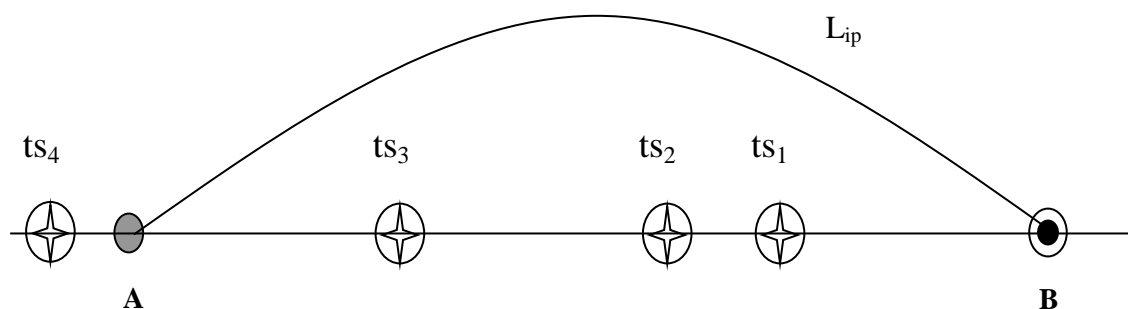


Рисунок 1 – Схематическое представление дорожного примитива

На рисунке 1 участок АВ представляет дорожный примитив. С точкой В ассоциирована собственно абстракция дорожного примитива. Дуга L_{ip} представляет информационное поле дорожного примитива, ts_i – некоторые транспортные средства, а их окружности – собственные информационные поля. Транспортное средство ts_4 находится вне зоны действия информационного поля дорожного примитива.

На рисунке 2 показан фрагмент иерархической классификации дорожных примитивов.

Объектный анализ и моделирование системы

В объектном анализе (User Case analyses) [5, 6, 7, 8], анализ вариантов использования (прецедентов) позволяет выявить требования к разрабатываемой системе как к перечню выполняемых ею функций (сервисов), определить будущие классы программной модели системы, отношения между вариантами использования, вложенность вариантов использования. На рисунке 3 показана не полная UML диаграмма прецедентов системы.

ДорожныеПримитивы

- |_Статические
 - |_Топологические
 - |_Опасный поворот направо
 - |_Опасный поворот налево
 - |_Несколько поворотов
 - |_Сужение дороги
 - |_Крутой подъем
 - |_Опасный спуск
 - |_Пересечение с круговым движением
 - |_Пересечение равнозначных дорог
 - |_Пересечение со второстепенной дорогой
 - |_Примыкание второстепенной дороги
 - |_Движение прямо
 - |_Движение направо
 - |_Движение налево
 - |_Движение направо или налево
 - |_Круговое движение
 - |_Тупик
 - |_Количество поворотов
 - |_Конструктивные
 - |_Выезд на набережную или берег
 - |_Тоннель
 - |_Бугор
 - |_Разводной мост
 - |_Конец дороги с усовершенствованным покрытием
 - |_Движение ТС, масса которых превышает...т, запрещено
 - |_Движение ТС, нагрузка на ось которых превышает ...т, запрещено
 - |_Движение ТС, ширина которых превышает...м, запрещено
 - |_Движение ТС, высота которых превышает...м, запрещено
 - |_Движение ТС, длина которых превышает...м, запрещено
 - |_Автоматистраль
 - |_Конец автомагистралей
- |_Динамические
 - |_Медленные
 - |_Конструктивные
 - |_Неровная_Дорога
 - |_Неровная_Дорога
 - |_Выбоина
 - |_Выброс_каменных_материалов
 - |_Опасная_обочина
 - |_Быстрые
 - |_Состояния_ТП
 - |_Заторы_в_дорожном_движении
 - |_Метеоусловия
 - |_Скользкая_дорога
 - |_Боковой_ветер
 - |_Гололед
 - |_Влажное_покрытие
 - |_Помехи
 - |_Падение_камней
 - |_Пересечение с трамвайными путями

Рисунок 2 – Иерархическая классификация дорожных примитивов

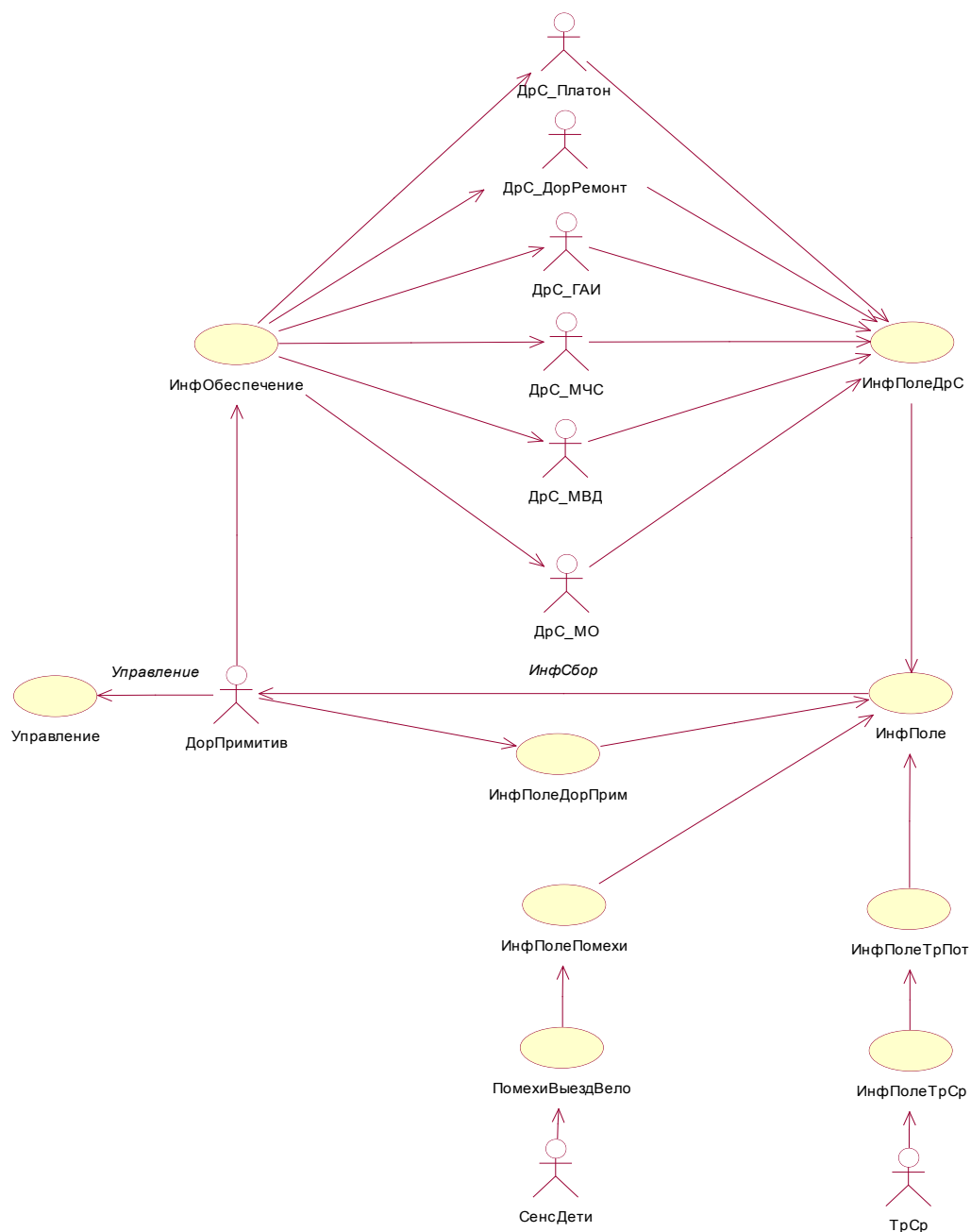


Рисунок 3 – Неполная диаграмма прецедентов

Каждый вариант использования предполагает свой сценарий реализации одной из функций системы – типичный, ожидаемый, желаемый. Однако реализация прецедента может иметь (и это понятно) альтернативную последовательность событий – альтернативный сценарий. Выявление основного и альтернативных сценариев составляет суть Sequence analyses – анализа последовательностей событий сценариев прецедента системы. Позволяет показать временные аспекты взаимодействия элементов системы.

На рисунке 4 показана неполная UML диаграмма последовательностей событий основного сценария прецедента системы – «Выезд велосипедистов».

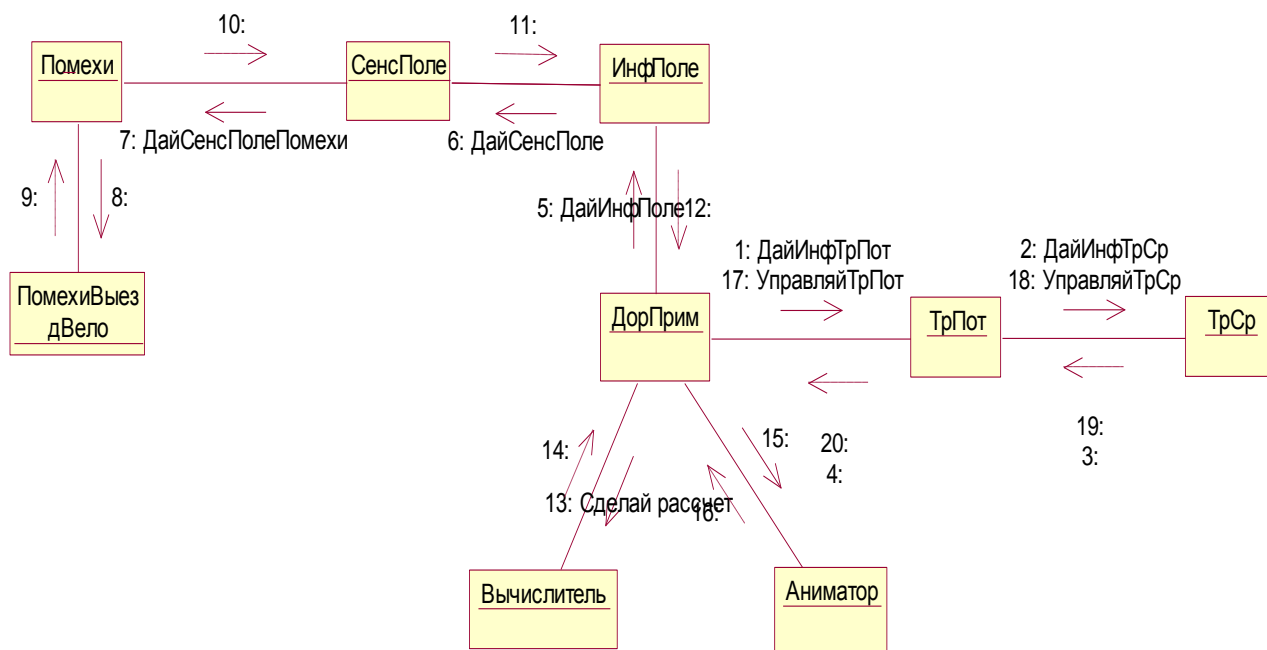


Рисунок 5 – Диаграмма кооперации объектов

Анализ состояний объектов (State Chart analyses) позволяет на диаграммах состояний отображать процесс изменения состояний одного класса (объекта), моделировать все возможные изменения в состоянии конкретного объекта. На рисунке 6 показана UML диаграмма состояний объекта «Дорожный примитив» основного сценария прецедента системы – «Выезд велосипедистов».

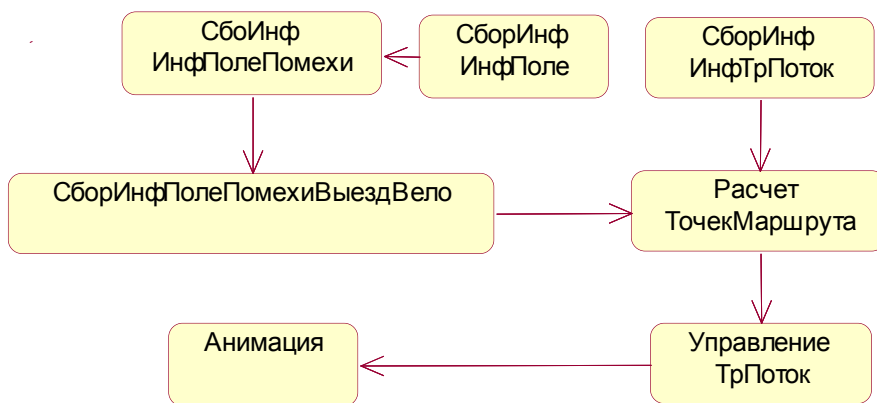


Рисунок 6 – Диаграмма состояний объекта «Дорожный примитив»

«При моделировании поведения проектируемой или анализируемой системы возникает необходимость не только представить процесс изменения ее состояний, но и детализировать особенности алгоритмической и логической реализации выполняемых системой операций» [6, с. 118]. Для отображения процесса выполнения операций в языке UML используются диаграммы деятельности, являющиеся результатом анализа деятельности (Activity analyses). На диаграмме деятельности отображается логика или последовательность перехода от одной деятельности к другой. На рисунке 7 показана UML диаграмма деятельности основного сценария прецедента системы – «Выезд велосипедистов».

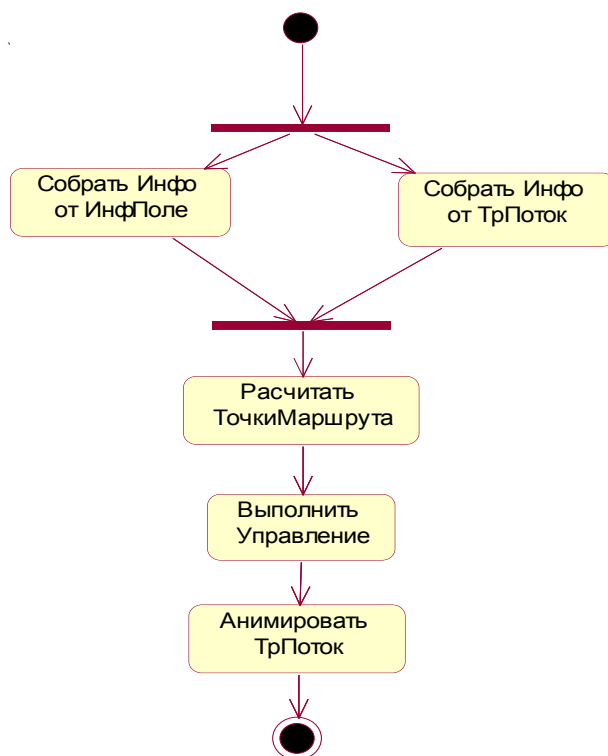


Рисунок 7 – Диаграмма деятельности объекта «Дорожный примитив»

В языке UML для физического представления моделей систем используются диаграммы реализации (Implementation diagrams), которые включают в себя две отдельные диаграммы: диаграмму компонентов (Component diagram) и диаграмму развертывания (Deployment diagram). На рисунке 8 показана UML диаграмма развертывания основного сценария прецедента системы – «Выезд велосипедистов».

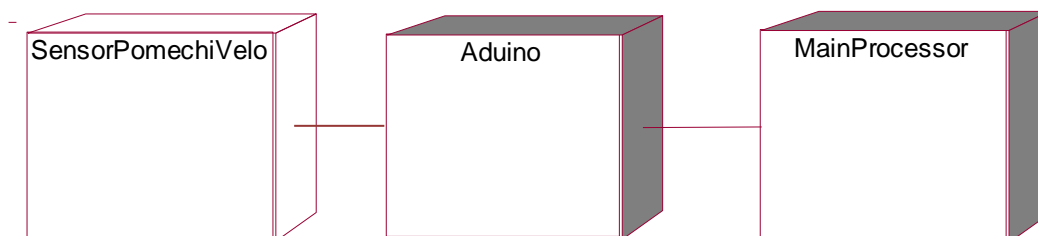


Рисунок 8 – Диаграмма развертывания

Анализ компонентов (Component analyses) позволяет определить архитектуру разрабатываемой программной модели системы, установив зависимости между программными компонентами, в роли которых может выступать исходный, бинарный и исполняемый код. Во многих средах разработки модуль или компонент соответствует файлу. На рисунке 9 показана UML диаграмма компонентов при реализации основного сценария прецедента системы – «Выезд велосипедистов».

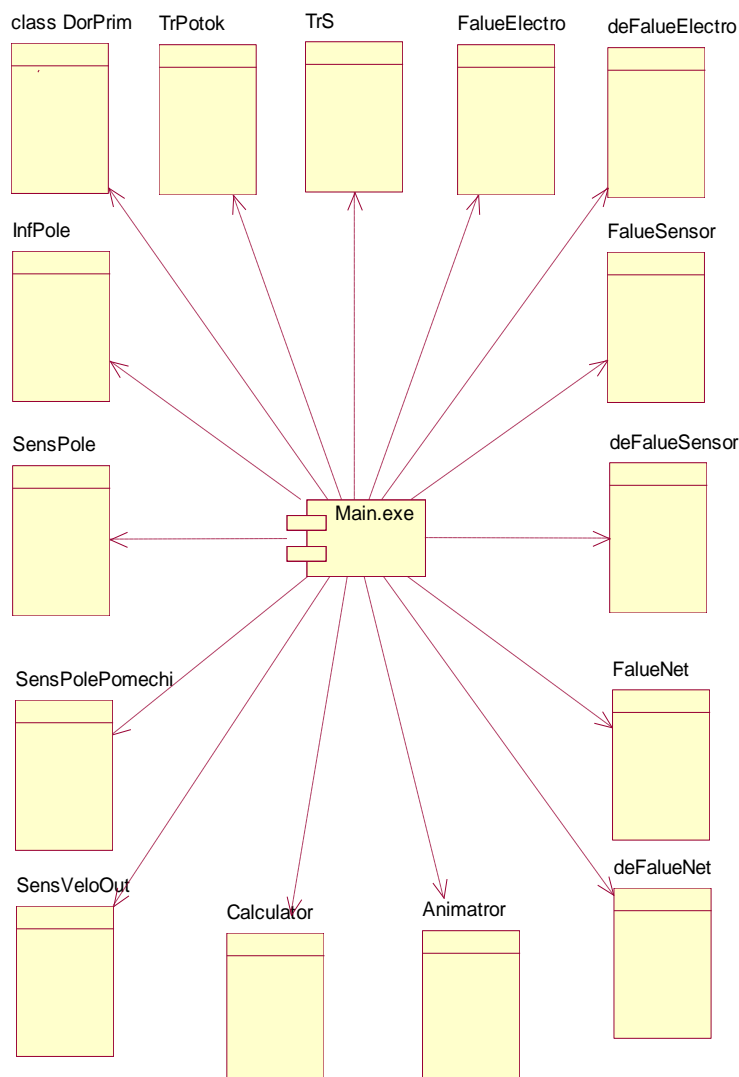


Рисунок 9 – Диаграмма компонентов системы

С целью построения математических моделей сценариев и прецедентов системы, позволяющих определять элементы потока управления системы, вводится понятие анализа состояний системы (System state analyses) как единого целого, графическим представлением которого является диаграмма состояний системы (System state diagram) (рисунок 10).

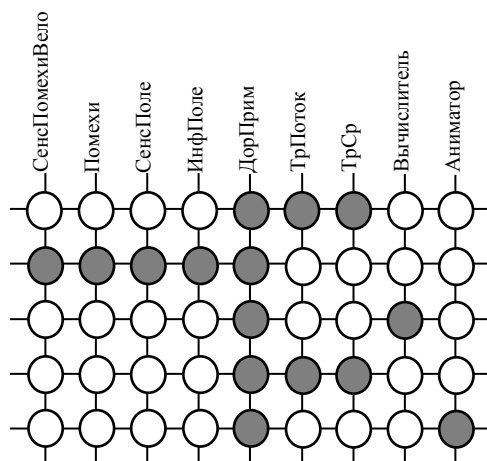


Рисунок 10 – Диаграмма состояний системы

На рисунке представлены девять объектов, пять состояний системы. Закрашенные – активные состояния объектов и незакрашенные – пассивные состояния объектов.

Заключение

В работе введены основные понятия внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах. Приведены результаты объектного анализа и моделирования сущностей системы внешнего управления в виде UML (Unified Modelling Language) диаграмм прецедентов, последовательностей событий сценариев, состояний объектов, кооперации объектов, компонентов, деятельности, размещения. Также приведены диаграммы состояний системы, используемые при построении математических моделей сценариев и прецедентов системы. Полученные результаты могут быть использованы при разработке информационно-управляющих систем на автомобильном транспорте в контексте внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах. Работа выполнена в рамках разработки и исследований информационно-управляющих систем на автомобильном транспорте в контексте внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах, проводимых в Автомобильно-дорожном институте ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» на кафедре «Математическое моделирование».

Список литературы

1. Лигум, Ю. С. Информационные системы на транспорте / Ю. С. Лигум. – Киев : УТУ, 2000. – 196 с.
2. Беспилотные авто, дроны и роботы : [сайт]. – <https://bespilot.com>. – Текст : электронный.
3. ГОСТ Р 56351-2015. Интеллектуальные транспортные системы. Косвенное управление транспортными потоками. Требования к технологии информирования участников дорожного движения посредством динамических информационных табло : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 12 февраля 2015 г. № 80-ст : введен впервые : дата введения 2015-07-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 12 с.
4. Жанказиев, С. В. Интеллектуальные транспортные системы / С. В. Жанказиев. – Москва : МАДИ, 2016. – 120 с.
5. Буч, Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами на C++ / Г. Буч ; перевод с английского. – 2-е изд. – Москва : Бином ; Санкт-Петербург : Невский диалект, 2000. – 560 с.
6. Леоненков, А. В. Самоучитель UML / А. В. Леоненков. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : БХВ. – Петербург, 2004. – 432 с.
7. Николаенко, В. Л. Анализ прецедентов системы мониторинга метеоусловий на дорожном примитиве / В. Л. Николаенко, Е. И. Фастовицкий // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : материалы V международной научно-практической конференции, 22 мая 2019 г. – Горловка : АДИ ГОУВПО «ДОННТУ», 2019. – С. 373 – 377.
8. Николаенко, В. Л. Прецеденты системы внешнего управления на дорожном примитиве / В. Л. Николаенко, М. С. Яворенко // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : материалы V международной научно-практической конференции, 22 мая 2019 г. – Горловка : АДИ ГОУВПО «ДОННТУ», 2019. – С. 313 – 316.

Д. В. Николаенко, В. Л. Николаенко, В. С. Сеница

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Информационные системы и технологии в управлении транспортным потоком

Рост плотности и разнообразия элементов транспортного потока, широкая цифровизация сфер деятельности человека, рост качества IT решений актуализируют задачи автоматизации управления автотранспортными средствами в составе транспортного потока.

Доминирующей тенденцией в настоящее время является создание беспилотных транспортных средств. Рынок беспилотных технологий находится на стадии зарождения, однако развитие происходит столь стремительными темпами, что не остается сомнений – беспилотное будущее уже наступило. К 2028 году объем рынка

роботизированных автомобилей составит минимум 42 млрд долларов. Очевидно, что, в частности, только расходы на обеспечение качественного сенсорного поля транспортного средства ожидаются значительными. Альтернативой может стать идея внешнего управления транспортным потоком, где за основу берутся заранее рассчитанные количественные характеристики элементов потока управления, ассоциируемые с точками управления маршрута.

Целью исследования являлось введение основных понятий внешнего управления транспортным потоком на дорожных примитивах. Демонстрация результатов объектного анализа и моделирования сущностей системы внешнего управления в виде UML (Unified Modelling Language) диаграмм прецедентов, последовательностей событий сценариев, состояний объектов, кооперации объектов, компонентов, деятельности, размещения, диаграмм состояний системы, которые используются при построении математических моделей сценариев и прецедентов системы.

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

КОСВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ВНЕШНЕЕ УПРАВЛЕНИЕ, ДОРОЖНЫЙ ПРИМИТИВ, ИНФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ ДОРОЖНОГО ПРИМИТИВА, СЕНСОРНОЕ ПОЛЕ ДОРОЖНОГО ПРИМИТИВА, ОБЪЕКТНЫЙ АНАЛИЗ, ОБЪЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

D. V. Nikolaenko, V. L. Nikolaenko, V. S. Sinitsa
Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Information Systems and Technologies in the Traffic Control

The density growth and the variety of the traffic flow elements, the wide digitalization of the human activity spheres, the quality growth of the IT solutions actualize the tasks of automating the control of vehicles as a part of the traffic flow.

The dominant trend nowadays is the creation of the remotely piloted vehicles. The market for the pilotless technologies is in its origin, but the development is proceeding at such a rapid pace that there is no doubt that the pilotless future has already arrived. By 2028, the market of the robotic vehicles will have been at least \$ 42 billion. It is obvious that, in particular, only the costs of providing a high-quality sensor field of the vehicle are expected to be significant. An alternative can be the idea of the external traffic flow control, where the pre-calculated quantitative characteristics of the control flow elements associated with the route control points are taken as a basis.

The aim of the study is to introduce the basic concepts of the external traffic control on the road primitives. The results demonstration of the object analysis and entities modelling of the external control system is in the form of the UML (Unified Modelling Language) of the use case diagrams, the events sequence of scenarios, the object states, the cooperation of objects, components, activities, placement, system state diagrams, which are used in the construction of the mathematical models of scenarios and use cases systems.

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

INDIRECT CONTROL, EXTERNAL CONTROL, ROAD PRIMITIVE, ROAD PRIMITIVE INFORMATION FIELD, ROAD PRIMITIVE SENSOR FIELD, OBJECT ANALYSIS, OBJECT MODELLING

Сведения об авторах:

Д. В. Николаенко

Телефон: +38 (071) 356-13-90

В. Л. Николаенко

Телефон: +38 (071) 356-13-92

Эл. почта: nikvl@ukr.net

В. С. Синица

Телефон: +38 (071) 356-13-92

Статья поступила 24.02.2021

© Д. В. Николаенко, В. Л. Николаенко, В. С. Синица, 2021

Рецензент: Л. П. Вовк, д-р техн. наук, проф., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

УДК 542.8 + 662.75

А. П. Карпинец, канд. хим. наук, М. В. Барбашова, канд. техн. наук**Автомобильно-дорожный институт****ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка****ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ФИЗИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ВЫСОКООКТАНОВЫХ БЕНЗИНОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ОТХОДОВ СИНТЕЗА ПАВ**

С применением спектра современных физических и физико-химических методов исследования сформулированы теоретические основы, разработаны принципиальные схемы, аппаратное оформление процессов, а также выявлены оптимальные условия технологии производства бензинов Премиум Евро-95 и Супер Евро-98 (виды III) из промышленных отходов синтеза поверхностно-активного вещества сульфонола НП-3. Топлива производят на стадии алкилирования бензола α -алкенами $C_{10}-C_{14}$ в присутствии $AlCl_3$, а отделяют от детергентной фракции в колоннах блока ректификации. Эксплуатационные, физико-химические и экологические свойства бензинов установлены с помощью квалификационных методов испытаний.

Ключевые слова: физико-химические методы исследования, алкилирование, нефть, технология производства высокооктановых бензинов, эксплуатационные свойства бензинов, физико-химические свойства бензинов, физические принципы создания электромобилей

Введение

В современных условиях в связи с динамичным развитием автомобильного транспорта (АТР) и его обширной инфраструктуры во всех странах мира, заметным уменьшением ресурсов сырой нефти и природного газа крупнейших разведанных месторождений, усилением техногенного воздействия на окружающую среду особую актуальность приобретают следующие проблемы: экономия нефтепродуктов, совершенствование схем нефтепереработки и нефтеорганического синтеза, производство моторных топлив и масел из нетрадиционных источников сырья, экологизация АТР, разработка и внедрение гибридных и полностью электрических транспортных средств [1]. В процессе разработки физико-химических основ инновационных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий [2], а также физических принципов создания, конструирования и эксплуатации новой прогрессивной автомобильной техники [3] основной акцент делают на сочетании их определяющих характеристик: экологичность, экономичность и эффективность.

На установление оптимальных показателей нацелены современная стратегия развития высоких технологий [4], в том числе нанотехнологий [5], моделирование и синтез новых функциональных материалов с заранее заданным спектром физико-химических свойств [6], а также приоритеты инвестирования фундаментальных и прикладных исследований.

Известно [2], что более 90 % добываемой из недр Земли сырой нефти применяется для производства автомобильных топлив и масел, топлив для авиации, морских и речных судов, дорожно-строительных, подъемно-транспортных, сельскохозяйственных машин и других транспортно-технологических средств, а также комплексов на их основе. Кроме того, углеводороды нефти и природного газа являются хорошим сырьем для синтеза широко используемых на АТР и других видах транспорта полимеров, пластмасс, композитов, синтетических каучуков, резин, волокон, лакокрасочных материалов [1]. В итоге динамика потребления нефти, как наиболее востребованного природного энергетического ресурса, неуклонно растет. Отсюда неизменный интерес к проблемам происхождения нефти и газа, и в особенности возможной возобновляемости их запасов, которые определяют потенциальные ресурсы углеводородов на ближайшую и более отдаленную перспективу.

Анализ последних исследований и публикаций

Ключевые научные концепции происхождения нефти и природного газа

Характерно, что оценка потенциальных ресурсов основных природных ископаемых, нефти и газа, в значительной мере детерминирована научным подходом к проблеме нефтегазообразования. Длительное время теоретическое обоснование происхождения нефти и газа имело две противоположные и конкурирующие концепции: органическую (биогенную) и неорганическую (минеральную) [7]. В соответствии с доминирующей в современных условиях органической концепцией нефть и газ синтезировались в результате разложения растений и животных на дне водоемов в течение длительного геологического времени (10–60 млн лет). Жидкие углеводороды заполнили собой пустоты, под воздействием высоких температур, давлений и концентрации органических веществ (ОВ) сформировали месторождения. Нефть рассматривалась как невозобновляемый ресурс [8].

Неорганическая концепция утверждает, что нефть значительно моложе, что создавалась она в недрах подлитосферного пространства (мантии) Земли из существующего там набора неорганических соединений (карбонатов, CO_2 , карбидов металлов, других углеродсодержащих веществ) при температурах выше 1000°C и давлении в десятки килобар [7]. Нефть по трещинам глубинных разъемов поднималась, вероятно, дискретно на поверхность и скапливалась в ловушках пористых и трещиноватых пластов Земли, которые были загерметизированы с различных сторон (в основном сверху) непроницаемыми слоями глин [8]. Таким образом формировались залежи нефтяных месторождений – уникальных хранилищ энергии, образованной и накопленной природой в течение длительного периода времени.

Следует отметить, что обе концепции имели довольно авторитетный список создателей и сторонников, и с переменным успехом в течение XIX–XX столетий каждая из них претендовала на роль единственной, общепризнанной и бесспорной теории. Создатели органической (биогенной) концепции: М. В. Ломоносов, Н. Д. Зелинский, В. И. Вернадский, И. М. Губкин, Г. Гефер, К. Энглер, П. Смит и ряд других ученых. Неорганическую концепцию создали Д. И. Менделеев, А. Гумбольд, М. Бертоло и другие исследователи [7].

В настоящее время обе концепции переживают кризис, обусловленный их неспособностью интерпретировать появившиеся в последние годы факты и явления, которые подтверждают возобновляемость запасов нефти и природного газа. Причем восполнение ресурсов ранее добытых полезных ископаемых происходит в процессе разработки месторождений за промежутки времени, сопоставимый с продолжительностью жизни человека. Отсюда следует однозначный вывод: в масштабах как отдельных стран, так и всего Земного шара при разумном хозяйствовании истощение углеводородного сырья человечеству не угрожает [8].

Физико-химические закономерности современной теории нефтегазообразования

Существенно подчеркнуть, что проблемы механизма и топографии происхождения нефти и газа, природы и источника их восполняемости, непрерывности процессов генезиса углеводородов и сокращение времени их генерации, несомненно, многогранные, очень сложные и актуальные не только для нефтегазовой геологии, но и для всей фундаментальной науки, инновационных технологий, перспектив развития общества, техносферной безопасности. Изучение термодинамических, кинетических закономерностей отдельных стадий и реакций процессов, а также физических и геологических явлений при нефтегазообразовании происходит с использованием новейших достижений теоретической и экспериментальной физики, химической, геологической науки, механохимии, целого комплекса современных физических и физико-химических методов исследования, включая моделирование, квантово-химические расчеты, анализ и обобщение информации, полученной на искусственных спутниках Земли. Кстати, одна из гипотез, а именно о космическом происхождении на нашей планете метановых морей, не подтвердилась [8].

Значительный вклад в теоретическое и практическое обоснование топографии нефтегазообразования, возобновляемости стратегических ресурсов нефти и природного газа внесли советские и российские ученые: академик Н. В. Черский, В. П. Царев, Б. А. Соколов, А. Н. Гусева, В. Н. Ларин, П. П. Тимофеев, А. В. Щербаков, В. А. Ильин, Э. М. Галимов, А. И. Агафонов, Р. А. Исмаилов, Р. Х. Муслимов и другие.

Самыми весомыми и, к сожалению, загадочно оставшимися малозамеченными являются открытия, сделанные коллективом советских ученых Якутского филиала СО АН СССР под руководством академика Н. В. Черского [9, 10]. В недрах Земли ими открыто существование необычного вида углеводородного ископаемого – гидратов твердого газа, по своему внешнему виду и физико-химическим свойствам напоминающим лед [9]. Элементарная ячейка гидрата представляет собой кристаллик, каркас которого образован шестью молекулами H_2O , а внутри этого каркаса находится одна молекула CH_4 в сильно сжатом состоянии. При этом 1 м^3 гидрата содержит в себе до 200 м^3 газа. Исследованиями установлено, что эти нетрадиционные источники нефти и газа находятся как в форме морских газогидратов практически под уровнем Мирового океана (90 % его территории), так и на суше, где газогидраты чаще всего располагаются в зонах вечной мерзлоты. На глубине 200–500 м от поверхности Земли находятся участки мощностью до 1000–1200 м. Термодинамические условия их формирования: температура до 295 К и давление до 250 атмосфер [9].

Итог другого открытия ученых во главе с академиком Н. В. Черским еще более значителен и актуален [9]. Теоретически и экспериментально обосновано образование нефти и газа как из органических, так и неорганических соединений при активном участии в синтезе углеводородов не только тепловой энергии в глубинных слоях Земли, но и что самое существенное – упругих волн сейсмических и тектонических процессов [10]. В результате удалось раскрыть одну из основных тайн глобального природного подземного реактора синтеза нефти и газа.

Теоретически обоснованную возможность образования свободных радикалов углеводородов из рассеянного ОВ на активной поверхности зерен горных пород подтвердили экспериментальными исследованиями и моделированием механизма активации [10]. В Институте горного дела Севера (Якутия) были поставлены близкие к природным эксперименты, в результате которых осадочные породы как минерального, так и органического происхождения подвергались воздействию упругих волн, аналогичных таковым сейсмотектонических процессов.

При облучении осадочных пород упругими волнами наблюдалось деформирование, смещение зерен породы относительно друг друга, упругое и пластичное изменение; в итоге деформация и трение зерен между собой вызывало эмиссию электронов [9]. Роль доноров электронов и ионов выполняли атомы и молекулы, активированные на поверхности зерен осадочных пород. Таким образом на поверхности зерен формировались активные центры с избыточной свободной энергией, которая вскоре использовалась в высокоэнергетических химических реакциях даже при температурах ниже 100°C . При этих температурах, в отсутствие облучения, реакции образования нефти происходить не могут, поскольку они термодинамически невозможны [8]. С увеличением температуры скорость нефтегазообразования значительно возрастала. В соответствии с закономерностями механохимии в ходе этих процессов механическая энергия преобразуется в химическую практически без потерь на тепло. В целом полагают [8], что вклад сейсмотектонической активности в глобальном энергобалансе Земли составляет примерно 50 %, т. е. столько же, сколько приходится на все внутренние тепловые процессы нашей планеты.

В результате сделанного открытия решается фундаментальная и глобальная проблема происхождения нефти и газа, изменяются научные представления о физико-химической природе исходных веществ и интермедиатов на их основе, специфике механизма и кинетики нефтегазообразования. Наряду с этим итог открытия ученых во главе с академиком

Н. В. Черским полностью подтверждает концепцию возобновляемости ресурсов нефти и природного газа, и позволяет прогнозировать запасы этих горючих ископаемых в тех глубинных слоях земной коры (5–8 км и более), которые ранее считались бесперспективными [8]. Самым убедительным подтверждением восполняемости ресурсов сырой нефти является более чем 120-летний опыт эксплуатации нефтяных скважин под Баку, пробуренных еще А. Нобелем.

В современных условиях весьма актуальна проблема изучения кристаллического фундамента (КФ) Земли, который помогает подпитывать из глубин месторождения осадочного чехла по скрытым трещинам и разрывам [11]. По мнению ведущих экспертов (Тако Кеннинг, Канада), миру еще предстоит открыть значительные запасы нефти и газа КФ, в особенности в Юго-Восточной Азии и Африке. Ранее залежи нефти и газа в КФ были открыты в основном случайно. Предполагалось, что плотный фундамент требует больших затрат на их исследования и освоение. Сегодня в мире есть несколько компаний, активно разрабатывающих КФ. Среди них SOCO International во Вьетнаме и Йемене, Hurricane Exploration в Великобритании [11] и другие.

Физические и электрохимические принципы создания гибридных автомобилей и электромобилей

Несмотря на научно-обоснованные и оптимистичные прогнозы ученых о том, что Земля сама обеспечивает нас нефтью (этим бесценным даром природы) и будет делать это и дальше [8, 11], актуальными и востребованными для АТР и общества по-прежнему остаются проблемы экономии углеводородов, поиска и использования нетрадиционных источников сырья, снижения эмиссии токсикантов с отработавшими газами (ОГ) ДВС, разработки физических основ конструирования и внедрения новых транспортно-технологических устройств и механизмов, в том числе с элементами альтернативной энергетики.

В 1994 г. А. Г. Северинский запатентовал в США устройство гибридного электрического двигателя, который при работе экономит до 50 % бензина [12]. В моторе с технологией «Hyperdrive» этого автора работает система из двух двигателей: электрического (электроэнергия генерируется аккумулятором и сразу же превращается в кинетическую, двигая автомобиль) и бензинового, которые включаются одновременно или по отдельности. Электромотор также может эксплуатироваться в качестве генератора, превращающего кинетическую энергию в электричество и подзаряжающего аккумулятор.

Данную систему, усовершенствованную и дополненную еще четырьмя разработками автора [12] применили в своих автомобилях компании Toyota (автомобиль Toyota Prius) и Ford. Специалисты немецких автомобилестроительных компаний Volkswagen и Porsche вскоре разработали и внедрили аналогичную [12] систему для выпускаемых автомобилей с гибридными двигателями. Сходный вариант реализовали южнокорейский концерн Hyundai в автомобилях Sonata и компания Kia в авто Optima.

В дальнейшем при модернизации и конструировании гибридных автомобилей и электромобилей были разработаны и внедрены следующие научно-технические и инновационные решения. В первую очередь, для повышения энергоемкости аккумуляторных батарей свинцовые источники постоянного электрического тока (ХИЭТ) были заменены перспективными литий-ионными, которые по своим физическим параметрам и комплексу электрохимических характеристик имеют существенные преимущества перед традиционными кислотными [13]. Более того, электромоторы превосходят ДВС практически по всем техническим показателям: имеют мало подвижных частей, хороший контроль скорости, быстрый разгон, автопуск, высокий момент пуска, у них нет проблем с балансировкой, и к тому же они гораздо дешевле и надежнее. Основной недостаток ДВС – он выдает достаточный крутящий момент только в узком диапазоне скоростей [3].

Вскоре были сконструированы и внедрены электромобили (компании Tesla, Nissan, BMW и др.), которые работают исключительно на электрической энергии и в отличие от гибридных транспортных средств существенно не загрязняют окружающую среду.

Оригинальное решение предложено и реализовано одним из лидеров в производстве электромобилей компанией Tesla [14]. Блок тяговой аккумуляторной батареи располагается в днище электромобиля, в результате чего Tesla Model S отличается очень низким центром тяжести и превосходной управляемостью. Одного заряда литий-ионной батареи Tesla с номинальным напряжением 400 В DC, емкостью 85 кВт·ч достаточно для преодоления расстояния 426 км (по американскому измерительному циклу FTP 75). При этом оснащенный батареей автомобиль разгоняется от 0 до 100 км/ч всего за 4,4 секунды. Каждый батарейный модуль состоит из 444 элементов – литий-ионных цилиндрических аккумуляторов 18650, производства компании Panasonic. Стоимость энергии, генерируемой ХИЭТ, составляет 150 долларов США за 1 кВт·ч энергоемкости, и поставлена задача довести ее до уровня 100 долл/кВт·ч.

Рекордный результат – батарея, эксплуатация которой обеспечивает пробег электромобиля 1 миллион миль без ее замены – вот основная идея недавно опубликованного патента Tesla [3]. Успех достигнут благодаря сотрудничеству инженеров компании с учеными, которые использовали новейшие достижения физики, теоретической и экспериментальной электрохимии при моделировании и оптимизации электрохимических систем: выбор материалов электродов, природы растворителей, состава электролитов, добавок специальных компонентов, которые значительно улучшают производительность и долговечность ХИЭТ. Команда канадского ученого Джеффа Дана (университет Далхаузи) активно сотрудничает с Илоном Маском и финансируется Tesla. Свою инновационную идею – новый тип батареи, состоящей как из долговечных литий-ионных, так и из энергетически плотных литий-металлических элементов, они недавно запатентовали и внедрили [15]. На практике это означает, что если обычный литий-ионный аккумулятор предлагает запас хода на 300 км, то гибридный увеличит его примерно до 400 км.

Перспективы применения водородно-кислородных топливных элементов в электромобилях

Инновационный подход к изучению и созданию экологически чистых транспортных средств предложили специалисты научно-исследовательских центров крупнейших автогигантов (Daimler AG, Volkswagen, BMW AG, Mazda Motor Corporation, Hyundai Motor Company, Toyota Motor Corporation и др.), которые разработали и внедрили в опытных образцах двигателя, работающие на водороде [5]. Концепт-кары с альтернативным топливом были неоднократно представлены на многих международных салонах и получили высокие оценки ведущих экспертов. Однако даже руководство этих концернов признает, что автомобили с (H_2 - O_2)-топливными элементами будут очень дорогими, и нет уверенности в их коммерческом успехе. Проблема в том, что обязательным элементом нынешних батарей является платина, а многолетние эксперименты по использованию других металлов и сплавов не приносили желаемых результатов.

В 2013 г. небольшая британская инжиниринговая компания химического машиностроения ACAL Energy Ltd. заявила об изобретении, которое без преувеличения может произвести революцию в мировой автомобилестроительной промышленности [16]. В разработанной ею технологии FlowCath[®] обычный Pt-катализатор для топливных элементов (инициирует реакцию H_2 с O_2 с образованием H_2O) был заменен жидким, который к тому же служит охлаждающей жидкостью. Этот инновационный подход значительно снижает стоимость системы, ее вес и повышает долговечность ХИЭТ. По утверждению компании, ее двигатель был протестирован на 10 000 часов работы, что эквивалентно примерно 300 000 миль езды с минимальным ухудшением качества.

Впоследствии компания ACAL Energy внедрила свой фирменный дизайн, дополнительно снизила вес и стоимость ХИЭТ, обеспечила конкурентоспособную трансмиссию с выходной мощностью 100 кВт, что эквивалентно 2-литровому дизельному двигателю. На одной водородной заправке автомобиль сможет проехать более 500 миль (804,5 км), а сама заправка занимает не более 5 минут. Уникальная комбинация жидкого катализатора (раствор солей металлов) и дизайна впервые обеспечивает конкурентоспособность топливного элемента в качестве экологически чистого источника энергии.

Многие крупнейшие мировые автопроизводители, включая Hyundai, Toyota, Honda, которые участвовали в тестировании ХИЭТ, объявили о приобретении лицензии ACAL Energy и планах производства электромобилей в ближайшее годы [16].

Другое инновационное решение, имеющее исключительное значение для теории и практики автомобилестроения (создание двигателей с рабочим процессом, позволяющим применять топлива ненефтяного происхождения), химмотологии и экологии, и потенциальные возможности которого уже раскрыты и реализованы в автомобилях на биотопливе, состоит в разработке и внедрении процесса Duothermic [17]. В нем ДВС работает на растительном масле, полученном из рапса – возобновляемого природного сырья.

Основанная Л. Элсбетом одноименная компания Elsbett AG в течение многих лет использует нерафинированные растительные масла в качестве биодизеля [17]. Их преимущества следующие: полная замена углеводородов нефти, растительное масло служит не только топливом, но и антифризом, в ОГ двигателя нет SO_2 , а каждый новый стандарт Евро снижает концентрацию этого токсиканта на целый порядок.

Специалисты компании Elsbett AG постоянно модернизируют свою технологию; в одной из последних оригинальных разработок, дуотермической системе сгорания, воплощены следующие инженерные решения: расположение сферической камеры сгорания в самом поршне двигателя, защита от потерь полезной энергии вне камеры сгорания, исключение нежелательных отложений на стенках камеры, существенное снижение уровня шума ДВС [17].

Постановка проблемы

В современных условиях структура автомобильного парка и спектр моделей и конструкций транспортно-технологических средств и механизмов неоднороден и многообразен как по типу применяемых ДВС, так и по природе используемых топлив.

В ФРГ и других странах Евросоюза предпочтение отдают биотопливу, полученному из рапсового масла, с показателями качества, которые отвечают стандартам DIN 51606 и EN 1424 [18].

Свыше 70 % автомобилей Бразилии эксплуатируется на этиловом спирте, синтезированном из сахарного тростника. Экологические преимущества этанола: это возобновляющийся альтернативный энергоноситель, он легче, чем бензин подвергается биodeградации, растворению до безопасных концентраций.

В США на протяжении 25 лет применяется топливо E10 («gasohol»), содержащее 10 % этанола и 90 % бензина [18]. Такая же бинарная смесь широко используется в Дании, Таиланде и других странах. Появление топлива E85 (85 % этанола + 15 % бензина) привело к созданию (компания Chrysler, а затем и другие фирмы) нового типа автомобилей – «Автомобили на гибком топливе» (Flexible Fuel Vehicle, FFV), которые могут работать на смесевом горючем любого состава. На двигателе FFV установлен датчик, определяющий количество спирта в бензобаке. Эта информация поступает в бортовой компьютер, который регулирует режим работы ДВС.

Наряду с этанолом в автомобильные бензины вводят небольшие добавки метилового спирта, а также метилтретбутилового эфира – как с целью экономии углеводородного топлива, так и для повышения октанового числа (ОЧ) горючих смесей и снижения концентрации вредных ингредиентов в ОГ ДВС [18].

В [18, 19] сформулированы основные требования к составу, строению, качеству физико-химических и эксплуатационных свойств нетрадиционных видов топлив. Большинству из них соответствуют промышленные отходы предприятий нефтеорганического синтеза, нефтехимической и химической отрасли. Высокой устойчивостью к детонации и другими ценными качествами обладают: отходы производства метанола, которые ежегодно накапливаются в количестве 2 % от выпуска спирта, отходы синтеза гидролизного спирта, легкая эфирная фракция, кубовый остаток в производстве н-бутанола и его изомеров (2-метил-1-пропанола и 2-метил-2-пропанола), эфир-альдегидный концентрат, изобутиловое масло, метилалькарбинольная фракция, отходы адсорбентов при получении мономеров синтетического каучука. Указанные отходы крупнотоннажных производств, как правило, не требуют технологической переработки. Эти соединения вводят в виде добавок в автомобильные бензины для увеличения их ОЧ; в отдельных случаях при достижении комплекса необходимых показателей получают топлива более высокого качества и соответствующей марки [18]. В итоге концепция рационального применения уже имеющихся производственных ресурсов представляется актуальной, инновационной и эффективной, поскольку не требует привлечения больших инвестиций в разработку и внедрение экологически чистых и ресурсосберегающих технологий.

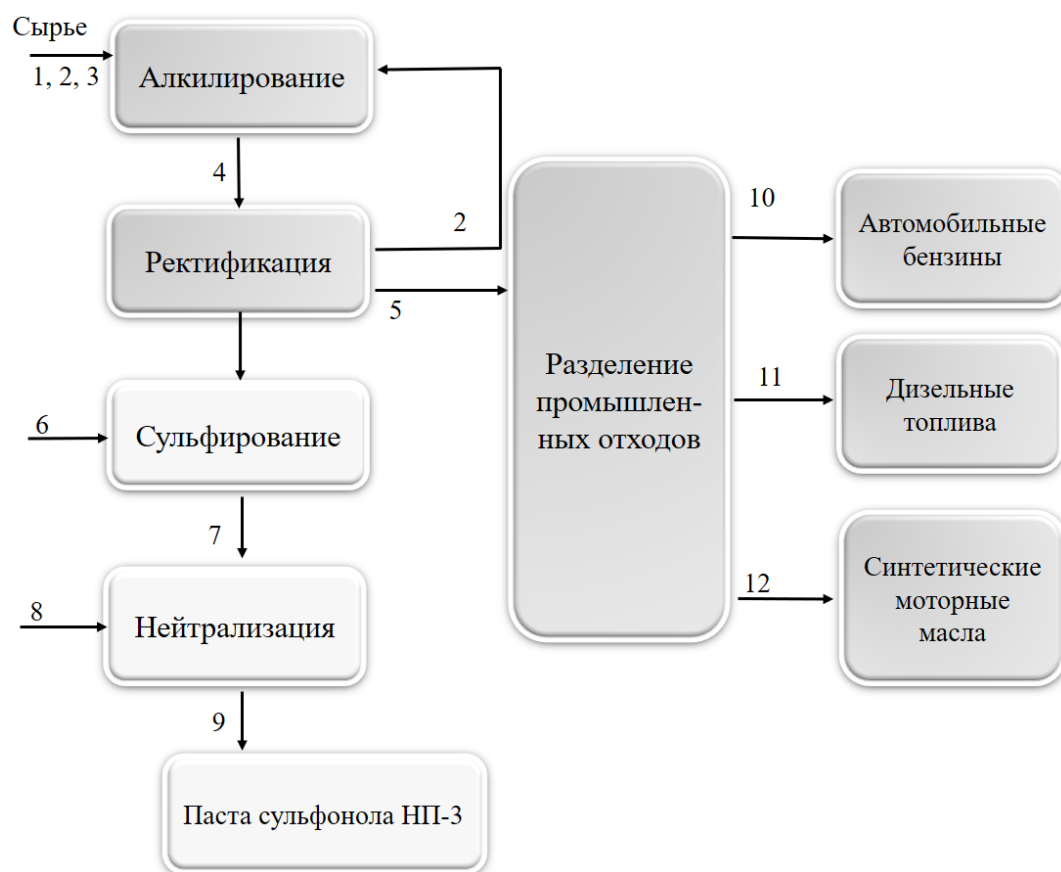
Одним из таких потенциальных и до сих пор маловостребованных ресурсов являются промышленные отходы многотоннажных производств ПАВ, среди которых наиболее эффективен по своим детергентным свойствам, термической стабильности, способности к биоразлагаемости сульфонол НП-3 [20]. Вместе с тем процесс его производства, как и других ПАВ [21], осложняется образованием большого количества углеводородов различного химического состава, физико-химических свойств, строения, реакционной способности, которые до настоящего времени не находили квалифицированного использования.

Это обусловлено, во-первых, сложностью всего технологического процесса синтеза ПАВ, в частности ключевой стадии алкилирования бензола α -алкенами $C_{10}-C_{14}$ (катализатор $AlCl_3$), при которой наряду с целевой реакцией осуществляется несколько побочных [21], и, во-вторых, недостаточной изученностью строения, реакционной способности и в особенности физико-химических, эксплуатационных и экологических свойств образующихся органических веществ.

Цель данного исследования – установление физико-химических закономерностей, разработка принципиальных схем, аппаратного оформления процессов ресурсосберегающей технологии производства высокооктановых бензинов из отходов синтеза ПАВ сульфонола НП-3, а также изучение эксплуатационных и экологических свойств полученных топлив с применением комплекса современных физических, физико-химических методов исследования и квалификационных испытаний.

Аппаратура физико-химических методов исследования, техника экспериментов и экомониторинга

Химико-технологический процесс синтеза поверхностно-активного вещества (ПАВ) сульфонола НП-3 и рационального использования его промышленных отходов, реализованный на производственных мощностях Горловского химического завода (ГХЗ), включает последовательные физико-химические стадии алкилирования, ректификации, сульфирования, нейтрализации, а также разделения отходов (рисунки 1).



1 – α -алкены C_{10} – C_{14} ; 2 – C_6H_6 ; 3 – комплекс $AlCl_3$; 4 – алкиларены;
 5 – промышленные отходы синтеза ПАВ; 6 – SO_3 ; 7 – алкилбензолсульфоокислоты; 8 – $NaOH$;
 9 – алкилбензолсульфонаты натрия (сульфонол НП-3); 10 – бензины;
 11 – дизельные топлива; 12 – моторные масла

Рисунок 1 – Принципиальные схемы физико-химических процессов производства сульфонола НП-3, автомобильных топлив и масел

При выявлении оптимальных условий проведения отдельных стадий применяли термодинамические расчеты, моделирование кинетических уравнений протекающих реакций, квантово-химическую оценку реакционности исходных веществ и интермедиатов на их основе, информацию о строении и физико-химических свойствах целевых и побочных продуктов.

В итоге алкилирование осуществляют в течение 50 мин при температуре $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, атмосферном давлении и мольном соотношении бензол- α -алкены C_{10} – C_{14} 7:1. Избыток концентрации бензола обусловлен тремя функциями, которые выполняет в процессе этот арен: как субстрат реакции алкилирования, компонент хлоридалюминиевого каталитического комплекса, растворитель системы. Установленный на масс-спектрометре МАТ (об. %) углеводородный состав α -олефинов: C_{10} – 16,4; C_{11} – 28,0; C_{12} – 30,0; C_{13} – 19,8; C_{14} – 5,8. В отделении ректификации целевой продукт для производства ПАВ сульфонола НП-3 – детергентную фракцию алкилата с $t_{\text{кип}} = 280\text{--}340\text{ }^{\circ}\text{C}$ отделяют от бензола и побочных веществ, а затем направляют в сульфуратор. Сульфорирующим реагентом служит триоксид серы (SO_3). Полученные алкилбензолсульфоокислоты нейтрализуют раствором гидроксида натрия, а сульфонол НП-3 выделяют в виде водной пасты 45 %-ной концентрации.

Легкую фракцию углеводородов ($t_{\text{кип}} = 65\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$), образовавшуюся на стадии алкилирования в результате побочных реакций, выделяют из широкой фракции углеводородов ($t_{\text{кип}} = 65\text{--}340\text{ }^{\circ}\text{C}$) в ректификационной колонне (РК), имеющей 20 РК тарелок и четыре теплообменных. Режим работы РК: остаточное давление 3,60 кПа (верх) и 10,13 кПа (низ), температура

жидкости на глухой тарелке и низа колонны соответственно 126 °С и 230 °С. Другую часть легкокипящей фракции углеводородов ($t_{\text{кип}} = 80\text{--}190$ °С) получают при разложении отработанного хлоридалюминиевого комплекса. Процесс ведут в колонне периодического действия, которая состоит из двух частей: нижняя (куб) и верхняя, которая снабжена тремя слоями насадок из колец Рашига. Указанные компоненты легких фракций смешивают в соотношениях 7:1 (для достижения ОЧ = 95), и 6,9:1,1 (ОЧ = 98).

Изучение физико-химических, эксплуатационных и экологических свойств легкой компаундированной фракции алкилата ($t_{\text{кип}} = 65\text{--}190$ °С) проводили, применяя квалификационные методы испытаний автомобильных бензинов [22] и комплекс современных физических методов исследования [23]. Октановое число этой фракции по исследовательскому методу оценивали на установке УИТ-65, а по моторному методу – на УИТ-85. Устойчивость топлива к окислению устанавливали по величине индукционного периода. Фракционный состав и давление насыщенных паров определяли по стандартным методикам [18]. Концентрацию смол, промытых растворителем, оценивали на приборе ПОС-77. Идентификацию и количественное определение бензола в испытуемой фракции осуществляли регистрацией его спектра в ИК-области (прибор Specord 75-IR), а также газохроматографически (CHROM-4). Аналитические сигналы аренов и олефинов сканировали на приборах Specord UV-Vis и СФ-46; оценку концентрации этих типов углеводородов в топливе проводили с использованием флуоресцентных индикаторов.

Отметим, что прецизионность результатов измерений контролируемых параметров установлена стандартами на соответствующие анализы и методы испытаний. Эти результаты затем использовались при метрологической и статистической обработке теоретических и экспериментальных данных с применением алгоритмов и программ, приведенных в [24].

Экомониторинг эмиссии токсичных ингредиентов с ОГ бензиновых двигателей проводили по описанной ранее методике [19]. В частности, концентрацию оксида углерода (СО), оксидов азота (NO_x) и углеводородов C_nH_m определяли на газоанализаторе Bosch ЕТТ согласно европейскому испытательному циклу. Содержание SO_2 устанавливали на газоанализаторе УГ-2, а сажи – сажемером AVL 409. Концентрацию формальдегида оценивали методом вольтамперометрии на потенциостате П-5827 М. Содержание 3,4-бенз(а)пирена в конденсате выхлопных газов ДВС определяли методом спектрально-флуоресцентного анализа при длинах волн с максимумами при 403 нм и 408,5 нм.

Результаты исследований и их обсуждение

В нашей предыдущей работе [19] с применением комплекса современных физических: ЯМР (^1H и ^{13}C), ЭПР-, масс-спектрометрия, спектральных (ИК-, УФ-спектрофотометрия, флуоресценция); электрохимических: вольтамперометрия (ВА) на стационарном, вращающемся дисковом электроде с кольцом, циклическая ВА, полярография и других физико-химических методов исследования (квантово-химические расчеты, хроматография) изучены топография и основные кинетические закономерности реакции алкилирования бензола α -алкенами $\text{C}_{10}\text{--}\text{C}_{14}$ в присутствии AlCl_3 . При этом установлен сложный многомаршрутный механизм процесса, который включает несколько реакций: непосредственно алкилирование, диспропорционирование, изомеризацию, переалкилирование, полимеризацию. Кинетика как целевых, так и побочных реакций определяется сочетанием многих факторов: электронное строение субстрата и инициатора, природа растворителя, активность реагентов, их концентрация, условия осуществления процесса. Именно этими обстоятельствами обусловлено образование наряду с целевой детергентной ($t_{\text{кип}} = 280\text{--}340$ °С) фракцией алкилата синтеза сулфонола НП-3 побочных фракций: средней, легкой и тяжелой (рисунок 1). При этом средняя фракция ($t_{\text{кип}} = 170\text{--}280$ °С) по своим физико-химическим и эксплуатационным показателям качества полностью отвечает таковым для дизельного топлива марки ДТ-3-минус 35 К 2 [19].

В таблице 1 приведены установленные с помощью квалификационных испытаний и физико-химических методов исследования, основные показатели качества легкой фракции $t_{\text{кип}} = 65\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$ алкилата производства ПАВ.

Из представленных в таблице 1 результатов следует, что искомая легкая фракция алкилата по комплексу физико-химических и эксплуатационных характеристик полностью отвечает требованиям ГОСТ Р 51866-2002 [22] (что соответствует европейской нормали ЕН 228-2004) и рекомендуется к использованию в качестве автомобильного бензина марки Премиум Евро-95 класса А (летний вид).

Таблица 1 – Физико-химические и эксплуатационные показатели качества автомобильного бензина, полученного из промышленных отходов синтеза ПАВ сульфонола НП-3

Показатель	Значение	Величина для бензина Премиум Евро-95 [22]
1. Октановое число, не менее:		
– по исследовательскому методу	96,0	95,0
– по моторному методу	86,0	85,0
2. Давление насыщенных паров, кПа, для бензина класса А	48,0	45,0-60,0
3. Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина %, при температуре:		
– 70 °С (И70)	38,0	20,0-48,0
– 100 °С (И100)	58,0	46,0-71,0
– 150 °С (И150), не менее	78,0	75,0
– конец кипения °С, не выше	190,0	210
– остаток в колбе, % (по объему), не более	0,4	2,0
4. Концентрация свинца, мг/дм ³ , не более	0	5
5. Плотность при 15 °С, кг/м ³	745	720-775
6. Концентрация серы, мг/кг, не более (вид III)	3	5
7. Устойчивость к окислению, мин, не менее	2900	1200
8. Концентрация смол, промытых растворителем, мг на 100 см ³ бензина, не более	0,5	5
9. Коррозия медной пластинки (3 ч при 50 °С), единицы по шкале	класс 1	класс 1
10. Внешний вид	прозрачный и чистый	прозрачный и чистый
11. Объемная доля углеводородов, %, не более:		
– олефинов	2,5	18,0
– ароматических (вид III)	32,2	35,0
12. Объемная доля бензола, %, не более	0,5	1,0

Углеводородный и фракционный составы топлива обеспечивают нормальное и полное сгорание рабочей смеси без возникновения детонации, хорошую приемистость ДВС, высокие энергетические свойства бензина: удельная низшая теплота сгорания равна 45145 кДж/кг. Очень высокий индукционный период топлива, незначительная концентрация неактивных соединений серы (стандартом она интерпретируется как их отсутствие) и небольшое содержание олефинов позволяют реализовать, наряду с эксплуатацией в ДВС с высокой степенью сжатия, также длительное (до 5 лет) хранение бензина. Именно по этой причине согласно технологическому регламенту в топливо не вводились, а следовательно, и не анализировались добавки оксигенатных соединений: метанола, этанола, изопропилового и изобутилового спиртов, третбутилового спирта, этилтретбутилового эфира и других кислородсодержащих веществ.

При введении небольших количеств легкокипящих веществ и газов (газовый бензин, изопентан, метилформиат, н-бутан) в полученный бензин класса А можно производить топливо класса В (летнее), а также зимних классов С и D.

Автомобильный бензин марки Супер Евро-98 выделяют из отработанной фракции алкилата синтеза сульфонола НП-3 и продукта разложения каталитического комплекса с ОЧ 98,0 (исследовательский метод) и ОЧ 88,0 (моторный метод) и основными показателями качества, указанными в таблице 1. В отличие от топлива с ОЧ 96,0 в искомом бензине концентрация аренов составляет 32,8 %, а бензола 0,6 %.

В таблице 2 представлены результаты экомониторинга эмиссии токсикантов с ОГ ДВС с применением синтезированных бензинов.

Таблица 2 – Концентрация (об. %) токсичных ингредиентов в ОГ ДВС, работающих на полученных автомобильных бензинах

Вещество	Значение для топлив марок:	
	Премиум Евро-95	Супер Евро-98
Оксид углерода, CO	0,70	0,71
Углеводороды, C _n H _m	0,040	0,042
Оксиды азота, NO _x	0,22	0,27
Диоксид серы, SO ₂	0,0026	0,0025
Сажа, г/м ³	0,010	0,015
Альдегиды R-CH = O, мг/л	0,003	0,004
3,4-бенз(α)пирен, мкг/м ³	0,82	0,91

При сравнении данных, приведенных в таблицах 1 и 2, прослеживается определенная корреляция углеводородного состава и физико-химических свойств полученных бензинов с экологической агрессивностью загрязнителей атмосферы в ОГ ДВС. Увеличение концентрации аренов в бензине с ОЧ 98,0 приводит к возрастанию содержания в ОГ оксидов азота, сажи, альдегидов и 3,4-бенз(α)пирена. Незначительная концентрация неактивных соединений серы обуславливает при сгорании бензинов обоих марок образование SO₂ в количестве 0,0025–0,0026 об. %. В целом экологическая эффективность применения полученных топлив соответствует таковой при использовании нефтяных автомобильных бензинов с улучшенными показателями качества [18].

В заключение важно отметить следующие аспекты физико-химических основ разработанной и внедренной на ГХЗ технологии. Выделение высокооктановых бензинов из отработанной фракции алкилата синтеза ПАВ осуществляется без нарушения режима основного технологического процесса, без снижения выхода и качества сульфонола НП-3. Этот фактор в сочетании с несложным аппаратным оформлением процессов ректификации и разложения отработанного комплекса инициатора, а также небольшими производственными затра-

тами (дополнительные инвестиции не привлекались) весьма существенны при разработке и внедрении физико-химических закономерностей ресурсосберегающих, экологически чистых технологий, решении проблем химмотологии и ноксологии.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. Актуализирована и всесторонне обсуждена приоритетная для развития фундаментальной науки, прикладных исследований, мировой экономики и общества проблема происхождения нефти как основного энергетического сырья для производства автомобильных топлив и масел. Проведен сравнительный анализ ключевых научных концепций (органической и неорганической) нефтегазообразования.

2. Проанализированы новые научные представления (теории, концепции, подходы, гипотезы, версии) и сделан акцент на современной интерпретации (по Н. В. Черскому) физико-химических закономерностей механизма и кинетики нефтегазообразования, которая учитывает участие в синтезе углеводородов из свободных радикалов как тепловой энергии глубинных слоев Земли, так и упругих волн сейсмических и тектонических процессов.

3. Систематизированы и обсуждены физические принципы создания, физико-химические процессы и инновационные решения при конструировании и эксплуатации новой прогрессивной автомобильной техники: гибридных транспортных средств, электромобилей на основе литий-ионных аккумуляторов и других ХИЭТ, водородно-кислородных топливных элементов.

4. Обобщены современные тенденции развития, проблемы и перспективы применения нетрадиционных топлив на АТР. Установлено, что крупнотоннажные отходы производства различных ПАВ, в том числе сульфонола НП-3 до сих пор не находили квалифицированного использования вследствие неизученности их электронного строения, структуры, реакционной способности, физико-химических свойств.

5. С применением комплекса современных физических и физико-химических методов исследования разработаны теоретические основы, принципиальные схемы, аппаратное оформление процессов, а также выявлены оптимальные условия ресурсосберегающей технологии производства высокооктановых бензинов из отработанной фракции алкилата синтеза сульфонола НП-3. Кроме замены нефтяного сырья отходами производства ПАВ, в роли инициатора реакции алкилирования использован дешевый $AlCl_3$. В нефтепереработке производство топлив с высокой устойчивостью к детонации (каталитический риформинг) осуществляется с участием Pt инициатора.

6. Установленные с помощью квалификационных испытаний, а также всего спектра физико-химических методов анализа и экомониторинга эксплуатационно-технические и экологические показатели качества полученных топлив полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 51866-2002 (ЕН 228-2004) для бензинов марок Премиум Евро-95 и Супер Евро-98 (виды III).

В качестве перспектив дальнейших исследований по данной проблематике интересными представляются следующие:

– детальное изучение физико-химических и эксплуатационных свойств тяжелой фракции алкилата ($t_{кип} = 340\text{--}500\text{ }^{\circ}\text{C}$), которую выделяют из кубового остатка синтеза сульфонола НП-3. Предварительными исследованиями установлено, что по своему углеводородному составу и строению, вязкостно-температурным параметрам, трибологическим и детергентно-диспергирующим свойствам эта фракция идентична синтетическим моторным маслам различного уровня вязкости (рисунок 1);

– для расширения сырьевых ресурсов производства высокооктановых бензинов целесообразно изучение промышленных отходов синтеза поверхностно-активных веществ на основе других эффективных алкилирующих реагентов бензола α -олефинов $C_{12}\text{--}C_{18}$ и алкенов с внутренней двойной связью. Кроме того, планируются изменение и оптимизация парамет-

ров стадии алкилирования для получения соединений с заранее заданным спектром физико-химических и функциональных свойств;

– для развития экомониторинга токсичных веществ в ОГ ДВС актуальными представляются разработки методик применения химически модифицированных электродов (сенсоры для идентификации и оценки концентраций CO, SO₂, NO, NO₂, H₂S, HCN и органических соединений), использование информативных электрохимических методов для решения сложных аналитических задач обнаружения различных альдегидов в их смесях с другими загрязнителями атмосферы, раздельное определение NO и NO₂ методами спектрофотометрии и флуоресценции.

Список литературы

1. Kent, J. A. Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology / J. A. Kent, S. D. Barnicki, T. V. Bommaraju. – Cham: Springer, 2017. – 2199 p. – ISBN 978-3-319-52285-2.
2. Леффлер, У. Л. Нефтехимия / У. Л. Леффлер, Д. Л. Бардик. – Москва : Олимп-Бизнес, 2017. – 227 с. – ISBN 978-5-9693-0310-2.
3. Миллион миль на одной батарее. Новый патент Tesla. – Текст : электронный // Наука и техника : [сайт]. – URL: <https://naukatehnika.com/million-mil-na-odnoj-bataree-novuj-patent-tesla.html> (дата обращения: 18.11.2020).
4. Batygin, Y. Electromagnetic Metal Forming for Advanced Processing Technologies / Y. Batygin, M. Barbashova, O. Sabokar. – Cham : Springer, 2018. – 93 p. – ISBN 978-3-319-74570-1.
5. Карпинец, А. П. Перспективы применения наноматериалов и нанотехнологий на автомобильном транспорте и в его инфраструктуре / А. П. Карпинец // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute». – 2017. – № 2(21). – С. 11–24.
6. Карпинец, А. П. Моделирование состава, микроструктуры и диэлектрических свойств сополимеров стирола и метилметакрилата в процессе их катодного синтеза / А. П. Карпинец // Новые функциональные материалы и высокие технологии : материалы VI Международной научной конференции : 17–21 сентября 2018 г., Тиват, Черногория. – Иваново : Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН, 2018. – С. 132–134. – ISBN 978-5-905-364-14-3.
7. Рукин, М. Д. Гипотезы происхождения нефти / М. Д. Рукин, Н. А. Жарвин. – Текст : электронный // Академия тринитаризма. – 2015. – Т.1, № 77-65657. – С. 1–17. – URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/10270090/>.
8. Агафонов, А. И. Теоретическое и практическое обоснование возобновляемости запасов нефти и природного газа. Анализ современного состояния проблем происхождения нефти и газа / А. И. Агафонов. – Текст : электронный // Бурение и нефть. – 2019. – № 1 – С. 22–29. – URL: <https://burneft.ru/archive/issues/2019-01/22>.
9. Черский, Н. В. К тайнам глобального реактора / Н. В. Черский // Наука и человечество: человек, Земля, микромир, вселенная, технический прогресс. – 1989. – С. 332–343.
10. Черский, Н. В. Влияние тектоно-сейсмических процессов на образование и накопление углеводородов / Н. В. Черский, В. П. Царев, Т. И. Сороко. – Новосибирск : Наука, 1985. – 224 с.
11. Земля сама обеспечивает нас нефтью. – Текст : электронный // ИА Девоп : [сайт]. – URL: https://iadevon.ru/news/recomendations/%C2%ABzemlya_sama_obespechivaet_nas_neftyu%C2%BB-9696/ (дата обращения: 18.11.2020).
12. Patent US5343970, United States. Hybrid electric vehicle : US07 / 947 691: appl. 21.09.1992 : publ. 06.09.1994 / Severinsky A. J. – 28 p.
13. Ярославцев, А. Б. Электродные наноматериалы для литий-ионных аккумуляторов / А. Б. Ярославцев, Т. А. Козлова, А. М. Скудин // Успехи химии. – 2015. – Т. 84, № 8. – С. 826–852.
14. Тяговые литий-ионные батареи Tesla, что внутри? – Текст : электронный // Триумф инжиниринг : [сайт]. – URL: <http://triumph.engineering/info/articles/tyagovye-litii-ionnye-batarei-tesla-chto-vnutri/> (дата обращения: 18.11.2020).
15. Tesla закупила оборудование для производства собственных аккумуляторов. – Текст : электронный // Хайтек + : [сайт]. – URL: <https://hightech.plus/2020/05/05/tesla-zakupila-oborudovanie-dlya-proizvodstva-sobstvennih-akkumulyatorov> (дата обращения: 18.11.2020).
16. Acal Energy Says its New Hydrogen Fuel Cell is Good for 300 000 Miles. – Текст : электронный // Autoblog : [сайт]. – URL: <https://www.autoblog.com/2013/07/02/acal-energy-says-new-hydrogen-fuel-cell-good-for-300000-miles/> (дата обращения: 02.10.2020).
17. ELSBETT Diesel Technology – Duothermic Combustion System. – Текст : электронный // Elsbett : [сайт]. – URL: <http://www.elsbett.com/gb/elsbett-diesel-technology/duothermic-combustion-system.html> (дата обращения: 02.10.2020).
18. Васильева, Л. С. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта / Л. С. Васильева. – Москва : Наука, 2014. – 423 с.
19. Карпинец, А. П. Теоретические основы ресурсосберегающей технологии производства зимнего дизельного топлива из промышленных отходов синтеза поверхностно-активных веществ / А. П. Карпинец // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute». – 2018. – № 3(26). – С. 68–75.

20. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К. Р. Ланге ; под редакцией Л. П. Зайченко. – Санкт-Петербург : Профессия, 2007. – 240 с. – ISBN 5-93913-068-2.
21. Rase, H. F. Handbook of Commercial Catalysts. Heterogeneous Catalysts / H. F. Rase. – Boca Raton: CRS press Taylor & Francis Group, 2016. – 520 p. – ISBN 13:978-1-4822-7536-0.
22. ГОСТ Р 51866-2002 (ЕН 228-2004). Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия (с изменениями № 1, 2, 3, 4) : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 31 января 2002. № 42-ст : введен впервые : дата введения 2002-07-01 / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы», ОАО «Лукойл». – Москва : Стандартинформ, 2009. – 29 с.
23. Otto, M. Analytische Chemie / M. Otto. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag & Co. KgaA, 2011. – 694 p. – ISBN 978-3-527-32881-9.
24. Härdle, W. K. Applied Multivariate Statistical Analysis. 4th Edition / W. K. Härdle, L. Simer. – Cham: Springer, 2015 – 581 p. – ISBN 978-3-662-45171-7.

А. П. Карпинец, М. В. Барбаишова
Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка
Физико-химические закономерности и физические методы исследования технологии
производства высокооктановых бензинов из промышленных отходов синтеза ПАВ

Обсуждены ключевые научные концепции (органическая и неорганическая) происхождения нефти и сделан акцент на современной теории (по Н. В. Черскому) физико-химических закономерностей механизма и кинетики нефтегазообразования, которая учитывает участие в синтезе углеводородов из свободных радикалов как тепловой энергии глубинных слоев Земли, так и упругих волн сейсмических и тектонических процессов.

Раскрыты современные тенденции, проблемы и перспективы экономии нефти и природного газа, поиска нетрадиционных источников энергии и сырья, в том числе промышленных отходов химических производств.

Обобщены физические принципы создания, физико-химические процессы и инновационные решения при конструировании и эксплуатации новой прогрессивной автомобильной техники: гибридных транспортных средств, электромобилей на основе литий-ионных аккумуляторов и других ХИЭТ, водородно-кислородных топливных элементов.

С применением комплекса современных физических ЯМР: (¹H, ¹³C), ЭПР-, масс-спектрометрия; спектральных: ИК-, УФ-спектрофотометрия, флуоресценция; электрохимических: вольтамперометрия (ВА) на стационарном, вращающемся дисковом электроде с кольцом, циклическая ВА, полярография; других физико-химических методов исследования (квантово-химические расчеты, хроматография) сформулированы теоретические основы, разработаны принципиальные схемы, аппаратное оформление процессов, а также выявлены оптимальные условия технологии производства высокооктановых бензинов из промышленных отходов синтеза ПАВ сульфонола НП-3. Топлива производят на стадии алкилирования бензола α-алкенами C₁₀-C₁₄ в присутствии AlCl₃, а отделяют от детергентной фракции в колоннах блока ректификации.

Установленные с помощью квалификационных испытаний, а также всего спектра физико-химических методов анализа и экомониторинга эксплуатационно-технические и экологические показатели качества полученных по ресурсосберегающей технологии топлив полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 51866-2002 (ЕН 228-2004) для бензинов марок Премиум Евро-95 и Супер Евро-98 (виды III).

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, АЛКИЛИРОВАНИЕ, НЕФТЬ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКООКТАНОВЫХ БЕНЗИНОВ, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕНЗИНОВ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗИНОВ, ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

A. P. Karpinets, M. V. Barbashova

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka

Physicochemical Laws and Physical Methods of the Technology Research for the High-octane Gasoline Production from the Industrial Wastes of the Surfactant Synthesis

The key scientific concepts (organic and inorganic) of the oil origin are discussed. The emphasis is placed on the modern theory (according to N.V. Cherskiy) of the physicochemical laws of the mechanism and kinetics of the oil and gas formation, which takes into account the participation of the hydrocarbons from the free radicals of as the thermal energy of the deep layers of the Earth, and the elastic waves of seismic and tectonic processes in the synthesis.

The article reveals modern trends, problems and prospects for saving oil and natural gas, searching for unconventional sources of energy and raw materials, including the industrial wastes from chemical industries.

The physical principles of creation, the physicochemical processes and innovative solutions for the design and operation of new progressive automotive equipment such as hybrid vehicles, electric vehicles based on the lithium-ion batteries, hydrogen-oxygen fuel cells are generalized.

Using a complex of modern physical NMR: (^1H , ^{13}C), EPR-, mass spectrometry; spectral: IR-, UV-spectrophotometry, fluorescence; electrochemical: voltammetry (VA) on the stationary rotating disk electrode with a ring, cyclic VA, polarography; other physicochemical research methods (quantum-chemical calculations, chromatography) theoretical foundations are formulated, the schematic diagrams, the instrumentation of the processes are developed, and the optimal conditions for the technology for the high-octane gasoline production from the industrial wastes of the synthesis of the surfactant sulphonol NP-3 are identified. Fuels are produced at the stage of the benzene alkylation with the $\text{C}_{10}\text{-C}_{14}$ α -alkenes in the presence of AlCl_3 , and separated from the detergent fraction in the columns of the rectification unit.

The operational, technical and environmental indicators of the quality of fuels obtained using the resource-saving technology, determined using qualification tests, as well as the entire spectrum of the analysis physicochemical methods and environmental monitoring, fully comply with the requirements of the State Standard R 51866-2002 (EN 228-2004) for gasolines of the Premium Euro-95 and Super Euro 98 (types III).

RESEARCH PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS, ALKYLATION, OIL, HIGH-OCTANE GASOLINE PRODUCTION TECHNOLOGY, GASOLINE SERVICE PROPERTIES, GASOLINE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, PHYSICAL PRINCIPLES OF ELECTRIC CARS CREATION

Сведения об авторах:

А. П. Карпинец

SPIN-код: 7644-1653
ORCID ID: 0000-0003-0424-7791
ResearcherID: E-7790-2016
Scopus Author ID: 6602274578
Телефон: +38 (050) 535-76-40
Эл. почта: antoninakarpinets@gmail.com

М. В. Барбашова

SPIN-код: 9308-1040
ORCID ID: 0000-0002-5393-4304
ResearcherID: G-9757-2019
Телефон: +38 (071) 333-31-00
Эл. почта: barbashova1987@gmail.com

Статья поступила 19.02.2021

© А. П. Карпинец, М. В. Барбашова, 2021

Рецензент: В. В. Быков, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

М. Ю. Ткачѳв, канд. техн. наук

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПАРКИНГОВ

Детально рассмотрена и доказана целесообразность применения безопасного вентилятора, принцип действия которого основан на эффекте Коанда и торнадо, в условиях паркинга для повышения эффективности работы системы вентиляции и приведения содержания предельно допустимых концентраций вредных веществ к нормируемым показателям.

Ключевые слова: безопасной вентилятор, вентиляция, эффект Коанда, предельно допустимые концентрации, вредные вещества

Введение

Работа машин и механизмов, реализующих современные производственные процессы, протекает в интенсивных режимах и сопровождается выделением значительного количества вредных веществ в виде паров, пылевидных частиц и различных газов от них. Данные вещества, в частности оксиды азота, углерода, серы и т. п., распространяясь в объеме помещения, вызывают изменение состава воздушной среды и тем самым представляют опасность для здоровья человека, а также оказывают отрицательное влияние на производительность его труда. Для исключения вредного воздействия на атмосферу производственных помещений и создания благоприятных условий труда, которые соответствовали бы санитарно-гигиеническим нормативам, на рабочих местах внутри них используют вентиляцию.

Разработка высокоэффективного с энергетической точки зрения оборудования является актуальной задачей в условиях рыночной экономики, а также реализации программ импортозамещения. В части потребления инженерными системами зданий и сооружений электрической энергии установлено, что ее доля составляет около десяти процентов по отношению к используемому в мире объему. Ввиду значительного удельного веса данного показателя актуальным представляется задача повышения технико-экономических показателей работы систем вентиляции.

Анализ научно-технической литературы и патентной информации показывает, что с целью повышения эффективности функционирования подобных систем в последние годы проводились изыскания, связанные с созданием новых вентиляторных устройств. В частности, за рубежом активизированы теоретические и экспериментальные исследования вентиляторов, вызывающих направленное движение газовых потоков без применения рабочих колес с закрепленными на них лопатками или лопастями [1, 2].

Таким образом, выполнение исследований по разработке высокоэффективной комплексной системы эвакуации газовых смесей с позиций минимальных капитальных затрат при строительстве и максимальной энергоэффективности при эксплуатации является актуальной научно-технической задачей, в частности в области вентиляции паркингов.

Анализ публикаций

Анализ информации, полученной в ходе патентного поиска, проведенного по классам МПК В22Д29/00, В08В15/00, F24F7/04, F24F7/08, А47L9/08, А47L5/14, и литературного обзора, показывает, что существующие системы вентиляции [3–5] паркингов имеют некоторые недостатки, среди которых необходимо отметить нерациональность траекторий воздушных потоков, что может привести к обратному току струй, а также образованию зон с их отсутствием. Также установлено, что с целью повышения эффективности работы систем вентиля-

ции, как правило, организуют вихревое течение воздушных потоков (данные таблицы), а также разрабатывают специальные профили корпусов и узлов систем с целью создания в них эффекта Коанда [6, 7].

Таблица – Устройства и системы, генерирующие закрученный воздушный поток

№ п/п	Название	№ патента, а. с.	Патентообладатель
1	2	3	4
1	Способ локальной вытяжной вентиляции и устройство для его осуществления	RU 2046258	ЗАО «Вихревые технологии»
2	Устройство для отсоса газов	SU 1461547	Государственный проектный институт «Проектпромвентиляция»
3	Всасывающий насадок	SU 824975	Ростовский инженерно-строительный институт
4	Сдувовсасывающий насадок	SU 1542544	Ростовский инженерно-строительный институт
5	Приточно-вытяжное устройство	SU 1257367	Свердловский архитектурный институт
6	Насадок к пылесосу	SU 1326231	Ростовский инженерно-строительный институт
7	Устройство для удаления вредностей	SU 1836993	Специальный проектно-конструкторский институт
8	Приточно-вытяжное устройство «Торнадо»	UA 18770	Майстренко Н. П.
9	Система подачи вентиляционного воздуха в здании	RU 2198351	КЕСЛЕР + ЛУХ ГМБХ И КО. КГ, Германия
10	Щелевой конусообразный пылегазоприемник	RU 2487766	ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»
11	Способ вихревого измельчения и вихревая мельница для его осуществления	RU 2057588	ЗАО «Вихревые технологии»
12	Вихревой местный отсос	RU 2235609	ГОУ ВПО «Тюменский государственный. нефтегазовый университет»
13	Всасывающее устройство	RU 2005571	Гвягянен Ю. В., Геллер С. В.
14	Устройство для очистки поверхности от пыли	RU 2168118	ООО «Бук», ЗАО «Экран ФЭП»
15	Устройство вытяжной вентиляции	RU 2171157	КЕСЛЕР + ЛУХ ГМБХ И КО. КГ, Германия
16	Устройство для отсоса газов	SU 1329846	Государственный проектный институт «Проект-промвентиляция»

Продолжение таблицы

1	2	3	4
17	Эжектор Передерия	SU 1470367	Одесский судоремонтный завод им. 50-летия Советской Украины
18	Вытяжное устройство	SU 1719118	Харьковский государственный проектный институт
19	Вытяжной вентиляционный короб «Спутник»	SU 1712009	Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адм. С. О. Макарова
20	Аспирационная установка	SU 1639805	Украинский филиал ВНИИ комбикормовой промышленности ВНПО «Комбикорм»
21	Вентиляционное устройство	SU 1673225	Михайлов А. А., Ступина Л. А.
22	Устройство для улавливания пыли	SU 1655586	Каунасский политехнический институт
23	Устройство гидродинамического рассеивания пыли в атмосфере	SU 1687313	Ростовский инженерно-строительный институт
24	Аспирационное укрытие	SU 1692689	Ростовский инженерно-строительный институт
25	Вихревой отсос	SU 1726075	Жолондовский О. И.
26	Устройство для удаления вредных веществ	SU 1707445	Ростовский-на-Дону инженерно-строительный институт и Ростовское отделение «Проектпромвентиляция»
27	Воздушно-струйное укрытие источника выделения вредных веществ	SU 1743662	Специальный проектно-конструкторский институт

Таким образом, проведенный анализ публикаций свидетельствует о том, что системы вентиляции зданий и сооружений обладают рядом недостатков. Это, в свою очередь, позволяет выделить направления исследований для их модернизации и реконструкции с позиции энергоэффективности работы и ее качественных характеристик.

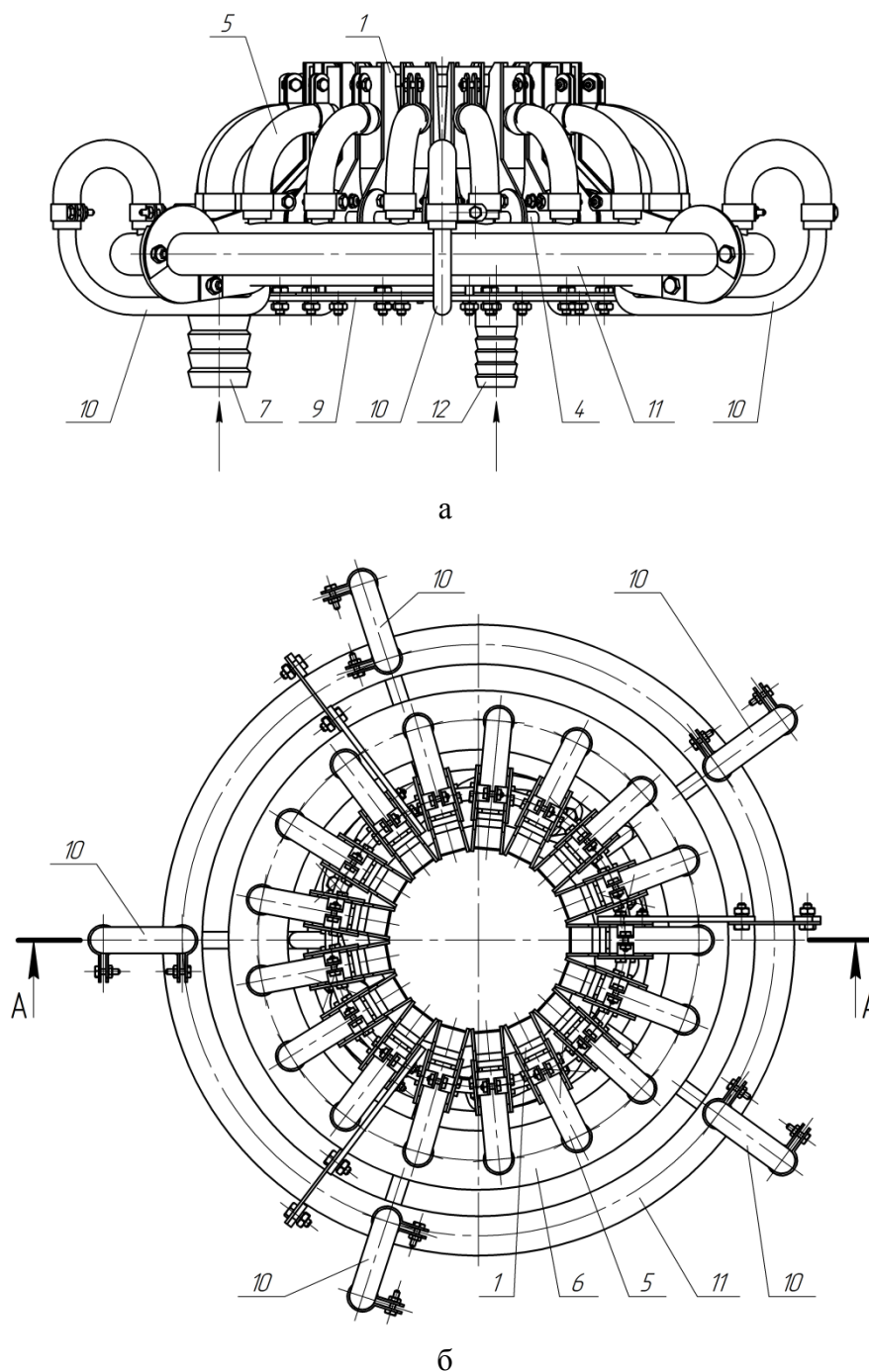
Цель работы

Ввиду вышесказанного представляется очевидной задача предложения действенных мер, направленных на повышение качественных и количественных показателей работы систем вентиляции, в частности вентиляции паркингов. Целью настоящей работы является решение поставленной актуальной научно-технической задачи за счет применения в системах вентиляции узла безопасного вентилятора, принцип действия которого основан на эффекте Коанда и торнадо.

Изложение основного материала исследования

Узел безопасного вентилятора (рисунки 1, 2) [8] включает горловину, образованную полыми сегментами 1, закрепленными посредством кронштейнов 2 к круглым фланцам 3 несущего кольца 4 с возможностью относительного фиксированного поворота в радиальной плоскости и сообщаемыми посредством гибких рукавов 5 с полостью торообразной газо-

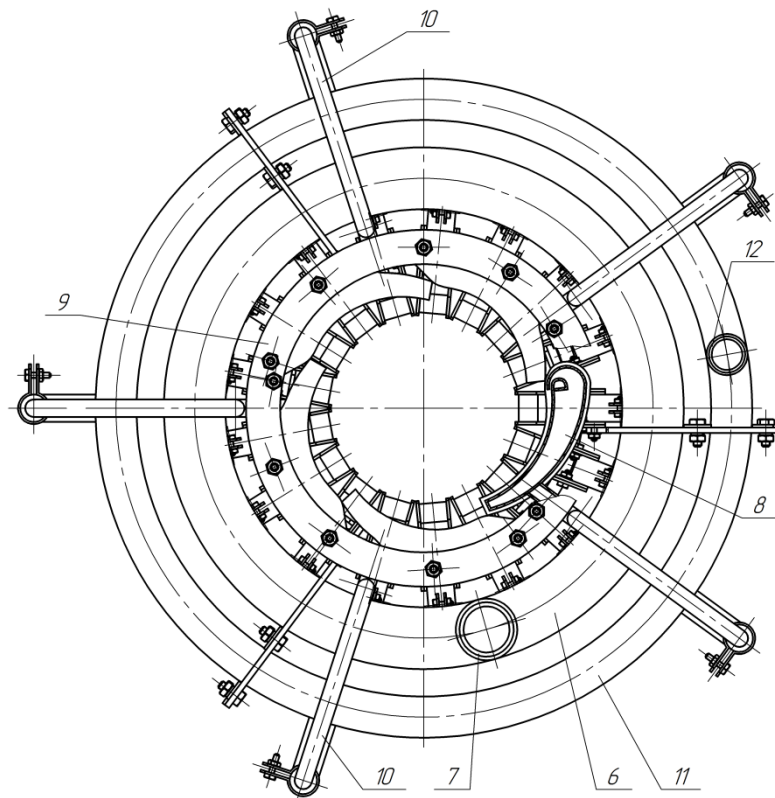
распределительной камеры 6, которая размещена концентрически относительно несущего кольца и снабжена подводящим патрубком 7.



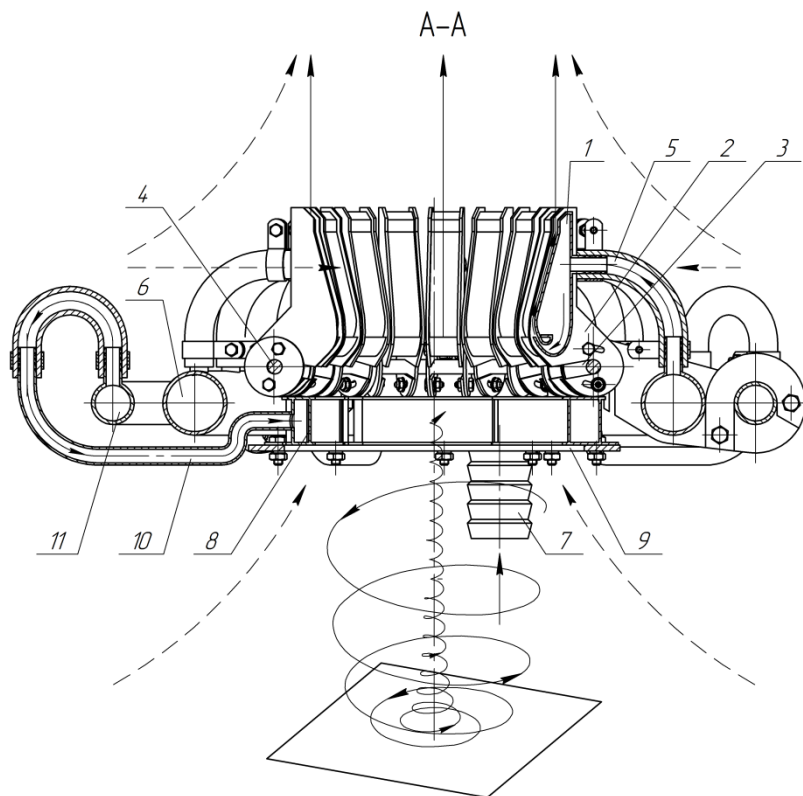
а – фронтальный вид; б – вид сверху

Рисунок 1 –Узел безлопастного вентилятора для эвакуации пылегазовых образований от источников их происхождения

На входе горловины, образованной полыми сегментами 1 со щелевым соплом и поверхностью Коанда, размещен завихритель потоков, включающий полые сегменты 8, закрепленные последовательно по окружности на несущей шайбе 9 в плоскости, перпендикулярной продольной оси горловины. Полости сегментов 8 посредством трубопроводов 10 сообщаются с торообразной камерой 11, имеющей подводящий патрубок 12.



а



б

а – вид снизу; б – разрез А-А (рисунок 1б)

Рисунок 2 – Узел безлопастного вентилятора для эвакуации пылегазовых образований от источников их происхождения

Принцип работы безлопастного вентилятора следующий. При отдельной подаче сжатого воздуха через подводящие патрубки 7 и 12 в газораспределительные камеры 6 и 11 он по гибким рукавам 5 и трубопроводам 10 одновременно поступает в полости сегментов 1, образующих горловину, и сегментов 8, размещенных по окружности на несущей шайбе 9. Воздух, истекающий с большой скоростью из щелевых сопел сегментов 1, возбуждает первичные газовые потоки, направленные по поверхностям Коанда, которые создают зону пониженного давления, благодаря чему воздушные массы, находящиеся перед горловиной, всасываются в нее и выбрасываются вперед по ходу потока. Скорость этого потока можно регулировать с помощью изменения фокусировки горловины путем поворота и последующей фиксации под оптимальным углом кронштейнов 2 с сегментами 1 относительно круглых фланцев 3 несущего кольца 4. В свою очередь воздух, истекающий из щелевых сопел сегментов 8, огибает их внутренние поверхности Коанда и закручивает движущийся в горловину поток, возбуждая эффект торнадо, усиливающий приток к горловине вентилятора воздушных масс из окружающего пространства. При этом максимальная производительность вентилятора достигается при оптимальном соотношении расходов воздуха, отдельно подаваемых к сегментам горловины и завихрителя.

Таким образом, рассматриваемый узел безлопастного вентилятора в сравнении с известными аналогами обеспечивает не только возможность настройки технических характеристик в зависимости от конкретных условий его применения, но и повышение обеспечиваемого насосного эффекта, что подтверждается достаточным объемом проведенных аналитических и эмпирических исследований его энергосиловых параметров [9–12].

Для повышения энергоэффективности работы систем вентиляции паркингов рассмотренный узел безлопастного вентилятора может быть использован в их конструкции по схеме, приведенной на рисунке 3.

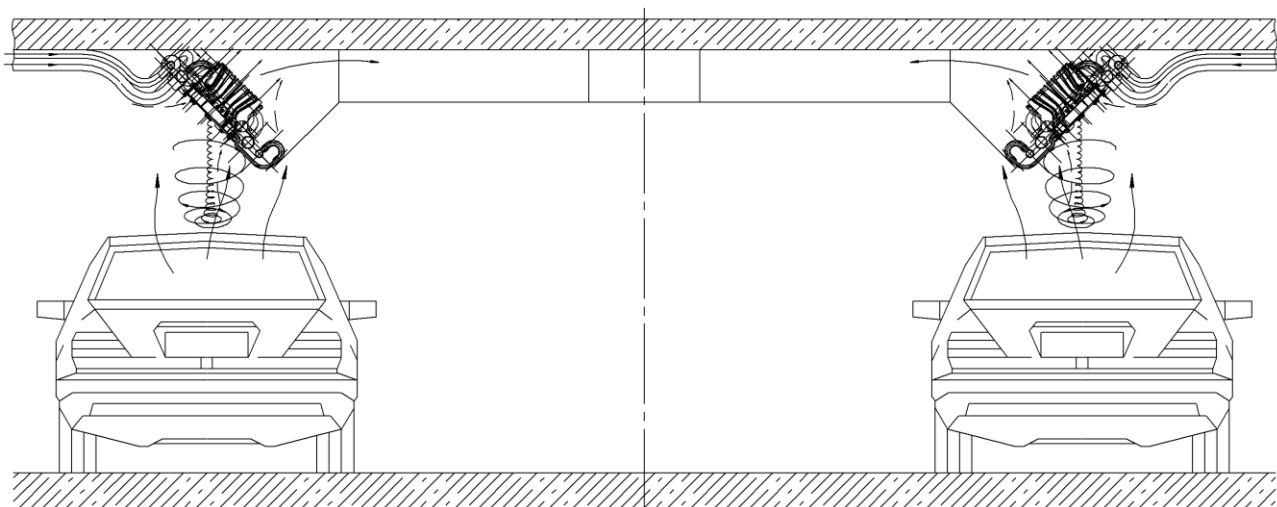


Рисунок 3 – Установка узлов безлопастного вентилятора в систему вентиляции паркинга

Устанавливаемый в систему вентиляции безлопастный вентилятор позволяет локализовать зону распространения исходящих от транспортных средств выхлопных газов за счет создания вихреобразного закрученного воздушного потока, что подтверждают результаты исследований на его физической модели (рисунок 4).

Таким образом, за счет использования в системе вентиляции паркинга узла безлопастного вентилятора появляется возможность активного управления воздушными потоками в его пространстве. Непосредственно устройство вентилятора характеризуется так называемым «умножающим эффектом», под которым подразумевается отношение объема, прокачиваемого вентилятором в единицу времени, к первичному объему воздуха, подаваемого си-

стеймой сжатого воздуха. Данный показатель может достигать значения 15 крат при давлении во внутреннем объеме структурных элементов, равном 0,4 МПа.

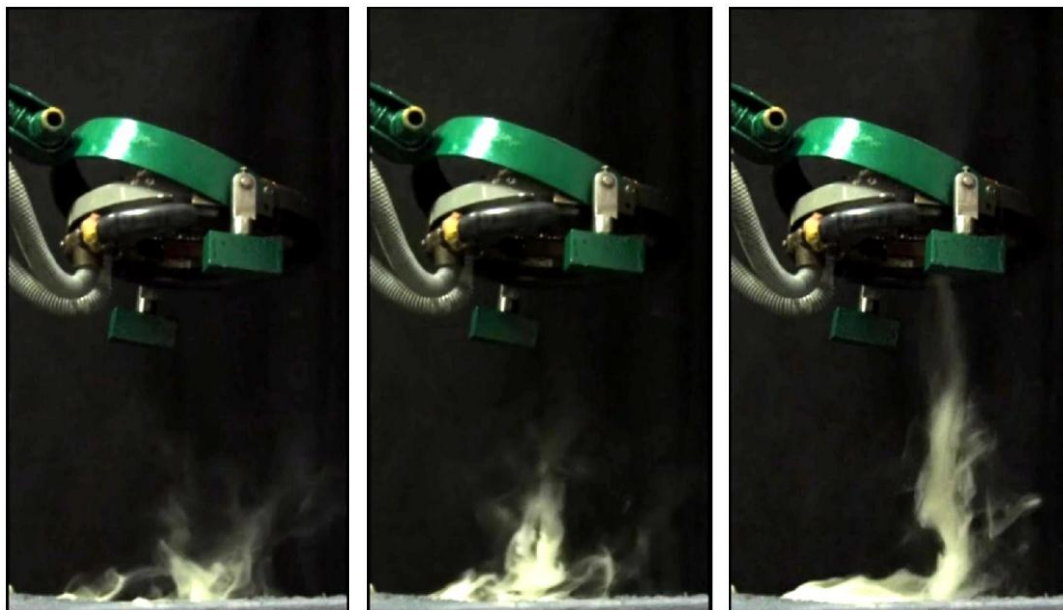


Рисунок 4 – Характерные картины образования устойчивого вихря, генерируемого узлом безопасного вентилятора

Заключение

В ходе исследования предложено использование узла безопасного вентилятора в системе вентиляции паркинга, что позволит минимизировать содержание вредных примесей в воздухе помещения.

За счет эффекта Коанда и торнадо, лежащих в основе принципа действия вентилятора, удастся рационализировать циркуляцию воздушных потоков в помещении, исключить распространение газопылевых выбросов от источника их происхождения, а также повысить энергоэффективность работы системы в целом. Конструкция безопасного вентилятора позволяет регулировать форму воздушного потока на его выходе, что выгодно отличает его от известных аналогов.

Список литературы

1. Патент 2460904 РФ, МПК F04D25/08, F04D29/60. Вентилятор в сборе ; № 2011134489/06/ : заявл. 18.02.2010 : опубл. 10.09.2012 / Т. Кроуфорд, К. Осборн, К. Симмондз, Ф. Николас, Д. Кодлинг; заявитель : Дайсон Текнолоджи Лимитед (GB). – 28 с.
2. Патент 2484383 РФ, МПК F24F1/02. Вентилятор / № 2011128308/12, заявл. 27.01.2013; опубл. 10.06.2013 / Ф. Николас, К. Симмондз; заявитель : Дайсон Текнолоджи Лимитед (GB). – 21 с.
3. Патент 2206417 РФ, МПК B08B15/00, F24F7/04. Устройство вытяжной вентиляции ; № 2001110232/06, заявл. 27.02.2003 ; опубл. 20.06.2003 / Ф. Ленойзер, Э. Юнгбек; заявитель : Кеслер + Лух ГМБХ И КО. КГ. – 10 с.
4. Хомич, А. П. Особенности проектирования отопления и вентиляции здания крытого паркинга / А. П. Хомич, С. А. Смольников // Молодой ученый. – 2020. - № 20. – С. 193-195.
5. Patent 0998986 EPO, IPC B08B15/00 Device for capturing and aspirating fluids ; № 99121707.6, filed 02.11.1999 ; published 10.05.2000 / D. Detzer ; assignee RUD OTTO MEYER GMBH & CO KG. – 12 p.
6. Ткачев, М. Ю. Использование энергии вихря для повышения эффективности работы вентиляционных устройств и систем / М. Ю. Ткачев, Е. В. Ошовская // Донбасс будущего глазами молодых ученых : сб. матер. науч.-техн. конф., 21 ноября 2017 г., Донецк. – Донецк : ДонНТУ, 2017. – С. 94–98.

7. Мысливец, Д. К. Использование высокоэффективного газоочистного оборудования в металлургической, цементной и других отраслях при новом строительстве и реконструкции / Д. К. Мысливец // Пылегазоочистка-2009 : сб. докладов 2-й межд. конф., 29-30 сентября 2009 г., Москва : ООО «Интехэко», 2009. – С. 43–46.
8. Патент 2630443 РФ, МПК F24F7/00, F04D25/00, F04D29/00. Узел безопасного вентилятора для эвакуации газопылевых выбросов из промышленных агрегатов / № 2016119782, заявл. 23.05.2016; опубл. 07.09.2017 / Е. Н. Смирнов, С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев [и др.]; заявитель : ФГАОУВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (РФ). – 9 с.
9. Исследование на физической модели возможности использования принципа вентилятора Дайсона в системах газоотсоса металлургических агрегатов / С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев, А. С. Сосонкин [и др.] // Металлургические процессы и оборудование. – 2014. – № 2 (836). – С. 51–59.
10. Моделирование работы вентиляторов в системе местного газоотсоса / С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев, Е. С. Цыхмистро [и др.] // Инновационные перспективы Донбасса. В 6 т. Т. 3. Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов: матер. V Межд. науч.-практ. конф., 21–23 мая 2019 г., Донецк. – Донецк : ДонНТУ. – 2019. – С. 16–21.
11. Ткачев, М. Ю. Сопоставительные исследования эффективности функционирования узла безопасного вентилятора и сопла Лавалья / М. Ю. Ткачев, М. Ю. Грищук // Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие. В 6 т. Т. 3. Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов: матер. VI Межд. науч.-практ. конф., 26–28 мая 2020 г., Донецк. – Донецк: ДонНТУ. – 2020. – С. 20–24.
12. Разработка конструкции и модельные исследования новой вентиляторной системы проветривания карьеров / С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев, Е. Н. Смирнов [и др.] // Бюллетень научно-технической и экономической информации «Черная металлургия». – 2018. – № 1. – С. 26–33.

М. Ю. Ткачёв

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Обоснование применения безопасного вентилятора при разработке систем вентиляции паркингов

Работа машин сопровождается выделением вредных для здоровья человека веществ (оксидов углерода, азота, серы и т. д.). В условиях паркинга это приводит к повышению их предельно допустимых концентраций. Известные технические решения в этой области имеют ряд недостатков, среди которых нерациональность траекторий воздушных потоков, обратный ток струй и образование застойных зон получили наибольшее распространение. Актуальным направлением совершенствования систем вентиляции в этой области является организация вихревых течений воздушных потоков за счет применения специальных профилей. Разработка новой системы вентиляции паркингов осуществляется за счет использования в ней узла безопасного вентилятора, принцип действия которого основан на эффектах Коанда и торнадо. Узел, в свою очередь, состоит из подсистем вытяжки и завихрения воздушного потока, взаимодействующего с источником пылегазового образования. Система позволяет локализовать зону распространения исходящих от транспортных средств выхлопных газов. Очистка характеризуется так называемым «умножающим эффектом», под которым подразумевается отношение объема, прокачиваемого вентилятором в единицу времени, к первичному объему воздуха, подаваемого системой сжатого воздуха. Данный показатель может достигать значения 15. Конструкция вентилятора позволяет регулировать форму воздушного потока на его выходе.

БЕЗОПАСНОЙ ВЕНТИЛЯТОР, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ЭФФЕКТ КОАНДА, ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ, ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

M. Yu. Tkachev

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka

Justification for the Bladeless Fan Use in the Development of the Parking Ventilation Systems

The operation of machines is accompanied by the release of the substances harmful to the human health (oxides of carbon, nitrogen, sulfur, etc.). In parking conditions, this leads to the increase in their maximum permissible concentrations. The known technical solutions in this area have a number of disadvantages, among which the irrationality of the air flows trajectories, the reverse flow of jets and the formation of the stagnant zones are the most widespread. The actual direction of improving ventilation systems in this area is the organization of the air vortex flows through the use of special profiles. The development of the new parking ventilation system is carried out through the use of the bladeless fan assembly, the operating principle of which is based on the Coanda and tornado effects. The unit, in turn, consists of the subsystems for drawing and swirling the air flow interacting with the source of the dust and gas formation. The system allows to localize the distribution area of the vehicles exhaust gases. Cleaning is characterized by the so-called «multiplying effect», which means the ratio of the volume pumped by the fan per unit of time to the primary volume of air supplied by the compressed air system. This indicator can reach a value of 15. The design of the fan allows to adjust the air flow shape at its outlet.

BLADELESS FAN, VENTILATION, COANDA EFFECT, PERMISSIBLE CONCENTRATIONS, HARMFUL SUBSTANCES

Сведения об авторе:

М. Ю. Ткачѳв

SPIN-код: 9855-0447

Author ID: 57189358257

ORCID ID: 0000-0001-5795-9595

Телефон: +38 (071) 334-92-61

Эл. почта: mishel-tkachev@ya.ru

Статья поступила 21.12.2020

© М. Ю. Ткачѳв, 2021

Рецензент: Е. П. Мельникова, д-р техн. наук, проф., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

УДК 656.13.07

С. В. Никульшин, канд. техн. наук, Б. В. Намаконов, канд. техн. наук,
Д. С. Никульшин, П. Ю. Стефанов

Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ В СИСТЕМЕ АВТОСЕРВИСА

Рассмотрена возможность обеспечения устойчивого развития предприятий в системе автосервиса на основе управления их производственным потенциалом. Определены элементы, формирующие производственный потенциал автосервисного предприятия. Разработана методика определения производственного потенциала на основе объема оказываемых услуг.

Ключевые слова: автосервис, мощность, производственный потенциал, услуги автосервиса, производственный процесс, производственно-техническая база, рабочий пост, трудоемкость

Введение

Рост основных макропоказателей в течение последних двух кварталов 2020 года позволяет констатировать, что отечественная экономика вышла на траекторию, ведущую к окончанию затянувшейся рецессии. Восстановление экономической активности, рост потребления энергоресурсов наблюдается практически во всех ведущих отраслях, в том числе и на автомобильном транспорте. Существенное оживление отмечено и в сфере автосервиса.

Основным текущим драйвером выхода автосервиса из кризисного состояния является рост цен не только на автомобили и запасные части, но и услуги. В современных социально-экономических условиях рост цен на услуги по обслуживанию и ремонту автомобилей является единственным путем компенсации потерь от снижения количества продаж автомобилей авторизованными предприятиями автосервиса [1]. Создавшаяся ситуация усиливает недовольство владельцев автомобилей автосервисом. Внедрение различных программ лояльности (дисконтирование, скидки и т. д.) не вносит существенных изменений. Как следствие, наблюдается отток клиентов от авторизованного сервиса в независимый, растет объем самообслуживания. На этом фоне стремительно снижается уровень загрузки производственных мощностей практически всех предприятий системы автосервиса.

В такой ситуации устойчивое развитие автосервисных предприятий (АСП) может быть обеспечено только за счет максимального использования его производственного потенциала.

Анализ публикаций

Производственный потенциал является базовым элементом предприятия, который объединяет цели, движущие силы и источники его развития.

Анализ научных работ, посвященных проблеме управления производством, позволил сделать вывод об отсутствии в настоящее время хрестоматийного определения производственного потенциала, что привело к появлению большого количества его дефиниций. Практически все они базируются на ресурсном подходе, в основе которого лежит взаимосвязь между имеющимися ресурсами и возможным объемом производимой продукции. В тоже время виды ресурсов и способы их преобразования разные, поэтому и ресурсные позиции в этих дефинициях отличаются. С учетом существующих подходов все дефиниции производственного потенциала можно разделить на три группы.

Сторонники первого подхода, в частности Д. К. Шевченко и Н. А. Мансурова, рассматривают производственный потенциал как совокупность ресурсов без учета их взаимо-

связей и участия в процессе производства [2, 3]. Недостатком данной точки зрения является исключение рассмотрения взаимодействия ресурсов: только наличие ресурсов не предполагает их совместимость и применимость (используемость).

Ревуцкий Л. Д., рассматривая производственный потенциал предприятия, ограничивается трудовыми ресурсами, определяя его как «...технически, организационно, экономически и социально-обоснованную норму эффективного рабочего времени основного производственного персонала предприятия за определенный интервальный период календарного времени» [4].

Авторы, придерживающиеся второго подхода, например Ю. Ю. Донец [5], сравнивают производственный потенциал с основными фондами и производственной мощностью предприятия. Слабой стороной такого суждения является отождествление авторами производственного потенциала с техническим потенциалом предприятия, к тому же имеет место узость во взгляде на структуру производственного потенциала.

Сторонники третьего подхода определяют производственный потенциал как способность производственной системы производить определенное количество материальных благ, используя ресурсы производства. Так, например Т. Б. Бердникова рассматривает производственный потенциал как «...категорию, объединяющую различные производственные возможности предприятия по выпуску и реализации различных видов продукции, оказанию услуг» [6].

Карсунцева О. В. понимает производственный потенциал предприятия как «...имеющиеся у него потенциальные возможности по выпуску конкурентоспособной продукции при использовании совокупности имеющихся на предприятии технических, трудовых и материально-энергетических ресурсов» [7].

Стоит отметить, что несмотря на преимущества и недостатки, приведенные дефиниции справедливы для тех производственных процессов, которые преобразовывают сырье в материальный продукт. В автосервисе же производственный процесс направлен на преобразование требований на приобретение, владение, обслуживание и ремонт автомобилей в услуги. Характерно, что АСП функционирует эффективно, если объем указанных требований равен или близок объему оказанных услуг.

По мнению В. С. Шуплякова и Г. В. Яковенко, производственный потенциал АСП – объем работ в приведенных единицах измерения затрат труда (нормо-часы), который может быть выполнен в течение некоторого периода времени (например, года) основными производственными рабочими на базе имеющихся производственных фондов при двух-, трех-сменном режиме работы и оптимальной организации труда и производства [8].

Цель статьи

Целью исследования является повышение эффективности функционирования системы автосервиса в условиях рецессии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

- определить интегральный показатель производственного потенциала предприятий в системе автосервиса;
- разработать инструментарий расчета и анализа уровня использования производственного потенциала.

Изложение основного материала исследования

Производственный потенциал формируют пять основных элементов (рисунок 1), которые взаимодействуют между собой и воспринимают воздействие внешней среды:

- 1) производственный – основные производственные фонды предприятия;
- 2) материальный – оборотные средства предприятия, материальные ресурсы;

- 3) кадровый – персонал;
 4) технико-технологический – техническая база предприятия и применяемые технологии;
 5) информационный – особые знания, информационные технологии и ресурсы.



Рисунок 1 – Элементы, формирующие производственный потенциал

Три из этих пяти элементов входят в структуру производственно-технической базы (ПТБ) АСП. В связи с этим можно выделить следующие принципиальные методики оценки производственного потенциала предприятия [9]:

- 1) методика, связанная с сопоставлением фактически достигнутого результата с возможным (потенциальным, эталонным, нормативным, расчетным) уровнем производственного потенциала предприятия;
- 2) методика, связанная со сравнением элементов потенциала со средними значениями этого элемента по совокупности предприятий;
- 3) методика, основанная на определении стоимостной оценки элементов производственного потенциала предприятия с расчетом их эффективности использования;
- 4) методика, основанная на анализе производственной мощности предприятия.

Первые три методики не могут быть перенесены без изменений на существующие в настоящее время АСП, поскольку они не адаптированы к сфере сервиса. Применение четвертой методики сопряжено с определением оптимального показателя мощности АСП.

Мощность предприятий оценивают производственной площадью, числом производственных рабочих или общей численностью персонала, проектным годовым объемом продукции в стоимостном выражении, суммарной стоимостью производственных основных фондов или же их активной части и др. На практике мощность АСП чаще всего оценивается:

- объемом продукции в натуральных единицах – объемом услуг в норм.-ч;
- объемом продукции в натуральных единицах – количеством машинозаведов (проходов);
- количеством рабочих мест – постов.

Наиболее распространенным показателем мощности АСП на постсоветском пространстве является количество рабочих постов. Именно данный показатель используется при

технологическом проектировании станций технического обслуживания (СТО). Методика расчета количества постов была разработана Гипроавтотрансом еще в 70-е годы прошлого века и легла в основу до сих пор действующих «Общесоюзных норм технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта – ОНТП-01-91» [10].

Согласно этой методики, мощность i -го АСП может быть определена как:

$$X_i = \frac{T_{ni} \cdot k_{ni}}{D_{ppi} \cdot n_i \cdot t_{cми} \cdot P_{cpi} \cdot k_{ei}}, \quad (1)$$

где T_{ni} – объем постовых работ на i -м АСП, чел.-ч;

k_{ni} – коэффициент неравномерности загрузки постов i -го АСП;

D_{ppi} – количество рабочих дней в году i -го АСП;

n_i – количество смен работы в сутки i -го АСП;

$t_{cми}$ – продолжительность смены i -го АСП;

P_{cpi} – среднее количество одновременно работающих механиков на одном посту i -го АСП;

k_{ei} – коэффициент использования рабочего времени поста i -го АСП.

В настоящее время реализация данной методики сопряжена с нарушением фундаментальных принципов автосервиса:

- 1) в современном автосервисе выполняются не работы, а оказываются услуги;
- 2) единицей трудоемкости являются норм.-ч, а не чел.-ч, т. е. рассчитываются затраты времени одного человека, а не нескольких на оказание определенной услуги.

Самая главная проблема заключается в том, что при определении годового объема работ по ТО и ремонту автомобилей используется такой норматив, как удельная трудоемкость ТО и ремонта автомобилей на 1000 км пробега: данный норматив не разрабатывается и не используется иностранными производителями автомобильной техники [11]:

$$T_{zi} = \frac{A_{cc} \cdot t_{yо} \cdot \overline{L_z}}{1000}, \quad (2)$$

где A_{cc} – количество автомобилей, обслуживаемых в год, шт.;

$t_{yо}$ – удельная трудоемкость ТО и ремонта автомобилей на 1000 км пробега, чел.-ч/1000 км;

$\overline{L_z}$ – среднегодовой пробег обслуживаемого автомобиля, км.

На практике все иностранные автомобильные продуценты за единицу мощности дилерских автоцентров используют количество машинозаездов (проходов) в сутки. Например, Volkswagen Gr. предлагает типовые проекты СТО трех категорий: I на 6, II на 12, III на 20 рабочих мест. При этом:

- 1) станции в пределах каждой категории отличаются в зависимости от количества заездов на них автомобилей в сутки. Так, на станцию I категории может осуществляться 8, 11, 15 заездов, II – 19, 23, 27, 30 заездов, III – 38, 46, 61, 76 заездов;

- 2) под рабочим местом понимается рабочий пост в зоне ТО и ремонта.

В случае же использования в качестве единицы мощности количество рабочих мест (рабочих постов) годовой объем оказываемых услуг определяется по одной из следующих зависимостей. Например, концерн Daimler AG:

$$X = \frac{A_{cc} \cdot \overline{n_3}}{D_{pp} \cdot N_n}, \quad (3)$$

где A_{cc} – количество обслуживаемых автомобилей в год, шт.,

$\overline{n_3}$ – среднее количество заездов одного автомобиля на СТО в год,

D_{pp} – число рабочих дней СТО в году, дни,

N_n – пропускная способность одного поста в день;

или концерн Renault Gr:

$$X = \frac{A_{cc} \cdot \overline{\tau_3} \cdot \overline{n_3}}{\Phi_2}, \quad (4)$$

где $\overline{\tau_3}$ – средняя продолжительность заезда одного автомобиля на СТО, норм.-ч,

Φ_2 – годовой фонд рабочего времени поста, ч.

В последние годы среди европейских автомобильных продуцентов наметилась тенденция использовать в качестве оперативных данных при расчете производственной мощности время, которое делят на продуктивное и непродуктивное, оплачиваемое и неоплачиваемое [12]. Система учета времени используется как инструмент повышения производительности, поэтому ряд автомобильных компаний рассматривают время как основной вид своей продукции. Например, один из ключевых девизов концерна Audi AG так и гласит: «Мы продаем время».

Продуктивное время определяется как

$$T_{II} = T_K + T_G + T_B, \quad (5)$$

где T_K – время работы по коммерческим заказам клиентов;

T_G – время работы по гарантийным заказам;

T_B – время работы по внутрифирменным заказам.

Непродуктивные затраты времени –

$$T_{HII} = T_{C1} + T_{C2} + T_{C3} + T_{C4}, \quad (6)$$

где T_{C1} – время, затраченное на внутрицеховые заказы для собственных нужд (например, техническое обслуживание оборудования, уборка помещений);

T_{C2} – время простоев;

T_{C3} – время обучения на рабочем месте (учитываемое только для ученика), совместная работа ученика и автомеханика;

T_{C4} – время доработки по результатам выходного контроля.

Время присутствия на работе –

$$T_{IP} = T_{II} + T_{HII}. \quad (7)$$

Оплаченное время отсутствия на работе –

$$T_O = T_{C5} + T_{C6} + T_{C7} + T_{C8}, \quad (8)$$

где T_{C5} – оплачиваемый отпуск;

T_{C6} – обучение с отрывом от работы;

T_{C7} – оплачиваемый пропуск по болезни;

T_{C8} – прочее (например, замещение мастера-приемщика и т. д.).

Суммарное время, оплаченное работодателем

$$T_{OP} = T_{IP} + T_O. \quad (9)$$

Фактические продуктивные затраты времени –

$$T_{\Phi\P} = T_K + T_\Gamma + T_B. \quad (10)$$

Коэффициент присутствия –

$$K_\Pi = \frac{T_{IP}}{T_{OP}} \cdot 100. \quad (11)$$

Коэффициент использования рабочего времени (загрузки) –

$$K_3 = \frac{T_{\Phi\P}}{T_{IP}} \cdot 100. \quad (12)$$

Целевой показатель для механиков – $K_3 = 90 \%$.

Коэффициент эффективности –

$$K_{\text{ЭФ}} = \frac{T_{OK}}{T_{\Phi\P}} \cdot 100, \quad (13)$$

где T_{OK} – оплаченное клиентами время (по заказам T_K , T_Γ , T_B).

Целевой показатель для механиков – $K_{\text{ЭФ}} = 100 \%$.

Продуктивность –

$$P = \frac{T_{OK}}{T_{OP}} \cdot 100. \quad (14)$$

Целевой показатель для механиков – $P = 71 \%$.

В связи с этим мы предлагаем оценивать производственный потенциал АСП как

$$\Pi_n = \frac{\sum_{j=1}^N (T_{Kj} + T_{\Gamma j} + T_{Bj}) \cdot D_{pp} \cdot t_{cm} \cdot K_\Pi \cdot K_3 \cdot K_{\text{ЭФ}}}{A_{cc} \cdot \overline{\tau_3} \cdot \overline{n_3}}, \quad (15)$$

где t_{cm} – продолжительность смены, ч;

j – вид оказываемых услуг, $j = \overline{1, N}$.

Предложенный подход позволит значительно сократить вероятность попадания АСП в точки бифуркации технико-экономического состояния и, следовательно, снизить риск банкротства и ликвидации.

Заключение

Разработанный инструментарий определения производственного потенциала предприятий в системе автосервиса позволяет:

1) обеспечить максимальное соответствие объема оказываемых услуг потоку требований, изменению структуры и численности автотранспортных средств;

2) повысить технический уровень развития ПТБ и создать предпосылки для обеспечения высоких уровней специализации и кооперации производства;

3) предоставить ритмичность оказания услуг, повысить их качество, определить направления повышения надежности функционирования системы поддержания работоспособности автомобилей.

Потенциал должен определяться отношением объема, оказываемых услуг, к единице мощности АСП. Потенциал является динамической категорией, поэтому для его определения целесообразно использовать не только оперативные, но и прогнозные данные.

Список литературы

1. Современный автосервис в условиях мирового кризиса. – Текст : электронный // АвтоСреда : [сайт]. – 2020. – URL: http://avtosreda.ru/info/sovremennyy_avtoservis_v_usloviyah_mirovogo_krizisa.
2. Шевченко, Д. К. Проблемы эффективности использования потенциала / Д. К. Шевченко. – Москва : КНОРУС, 2005. – 214 с.
3. Мансурова, Н. А. Вопросы оценки производственного потенциала фирмы / Н. А. Мансурова // Предпринимательство в переходной экономике : сборник научных трудов. – Тверь : Тверской государственный ун-т, 2006. – С. 70.
4. Ревуцкий, Л. Д. Потенциал и стоимость предприятия / Л. Д. Ревуцкий. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 208 с.
5. Донец, Ю. Ю. Эффективность использования производственного потенциала / Ю. Ю. Донец. – Киев : Знание, 1998. – 123 с.
6. Бердникова, Т. Б. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия / Т. Б. Бердникова. – Москва : ИНФРА, 2002. – 215 с.
7. Карсунцева, О. В. Производственный потенциал предприятия машиностроения: оценка, динамика, резервы повышения / О. В. Карсунцева. – Москва : ИНФРА-М, 2014. – 211 с.
8. Шупляков, В. С. Производственный потенциал предприятий автомобильного сервиса / В. С. Шупляков, Г. В. Яковенко // Известия МГТУ «МАМИ». – 2012. – № 2(14). – С. 202–212.
9. Бартова, Е. В. Сущность и структура производственного потенциала промышленного предприятия / Е. В. Бартова // Российское предпринимательство. – 2010. – Том 11, № 12. – С. 65–69.
10. ОНТП-01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта : Росавтотранс : утверждены протоколом концерна «Росавтотранс» от 7 августа 1991 г. № 3 : введен взамен ОНТП-01-86 : срок действия с 01.01.1991 / Росавтотранс. – Москва : Гипроавтотранс, 1991. – 184 с.
11. Абабкова, А. А. Оптимизация количества рабочих постов предприятий автомобильного сервиса / А. А. Абабкова, В. Н. Шабуров // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2015. – № 3(37). – С. 75–79.
12. Никульшин, С. В. Совершенствование системы мониторинга эффективности функционирования авторизованных предприятий автосервиса / С. В. Никульшин, В. Ю. Векличев, Д. С. Никульшин // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2020. – № 2(33). – С. 30–40.

С. В. Никульшин, Б. В. Намаконов, Д. С. Никульшин, П. Ю. Стефанов

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Определение производственного потенциала предприятий в системе автосервиса

В современных социально-экономических условиях большинство предпринимателей использует рост цен на автомобили, запасные части, материалы и услуги в качестве основного драйвера выхода автосервиса из кризисного состояния. Как следствие, наблюдается отток клиентов от авторизованного сервиса в независимый, растет объем самообслуживания. На данном фоне стремительно снижается уровень загрузки производственных мощностей большинства предприятий системы автосервиса.

В такой ситуации устойчивое развитие предприятия может быть обеспечено только за счет максимального использования его производственного потенциала.

Производственный потенциал является базовым элементом предприятия, который объединяет цели, движущие силы и источники его развития.

Основными элементами, формирующими производственный потенциал предприятия, являются: основные производственные фонды, оборотные средства, материальные ресурсы, персонал, техническая база и применяемые технологии.

В качестве показателя производственного потенциала предприятий автосервиса рекомендуется использовать отношение объема продукции (оказываемых услуг), производимого при полном использовании имеющихся средств и ресурсов, к единице мощности предприятия.

Для определения объема оказываемых услуг предлагается применение методики расчета продуктивного времени, затрачиваемого в процессе технического обслуживания и ремонта автомобилей.

АВТОСЕРВИС, МОЩНОСТЬ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, УСЛУГИ АВТОСЕРВИСА, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС, ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, РАБОЧИЙ ПОСТ, ТРУДОЕМКОСТЬ

S. V. Nikulshin, B. V. Namakonov, D. S. Nikulshin, P. Iu. Stefanov

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka

The evaluation of the production potential of enterprises within the car service system

In modern socio-economic conditions the majority of entrepreneurs use the price increase for cars, spare parts, materials and services as the effective measure for getting out of the car service crisis. The situation has resulted in customers' outflow from authorized service centers to independent ones and self-service growth. The level of utilization of production facilities at the majority of enterprises within the car service system is rapidly decreasing.

Taking into account the current situation the sustainable development of the enterprise can be ensured only through higher and more efficient use of the production potential.

Production potential is the enterprise's basic issue including goals, driving forces and sources for the development.

Fixed production assets, working capital, material resources, staff, equipment and applied technologies are considered to be the key elements forming the production potential of the enterprise.

The ratio of a certain volume of output (services provided) with the maximum efficiency of available funds and resources to the unit of enterprise capacity is suggested to be an indicator of the production potential of car service enterprises.

The methodology for calculating the productive time spent during the process of maintenance and repair of cars is viewed to determine the volume of services provided.

CAR SERVICE, CAPACITY, PRODUCTION POTENTIAL, SERVICE, PRODUCTION PROCESS, INDICATORS, FACTORS, WORK POST, LABOR INTENSITY

Сведения об авторах:

С. В. Никульшин

SPIN-код: 1647-8727

Телефон: +38 (071) 245-54-05

Эл. почта: SergNuN@gmail.com

Б. В. Намаконов

Телефон: +38 (071) 375-59-07

Эл. почта: namakonov@ukr.net

Д. С. Никульшин

Телефон: +38 (071) 430-53-78

П. Ю. Стефанов

Телефон: +38 (071) 412-78-53

Статья поступила 09.03.2021

© С. В. Никульшин, Б. В. Намаконов, Д. С. Никульшин, П. Ю. Стефанов, 2021

Рецензент: А. В. Химченко, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.765 + 625.85

В. И. Братчун, д-р техн. наук¹, К. Р. Губа²

**1 – ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры», г. Макеевка**

**2 – Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный
технический университет», г. Горловка**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА В АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Рассмотрена возможность использования асфальтогранулята, как основы в смеси для проведения ремонтных работ дорожного покрытия. Приводится общая характеристика асфальтогранулята, область его применения, характеристики температур материалов в зависимости от количества асфальтогранулята в смеси.

Ключевые слова: старый асфальтобетон, фрезерованный асфальтобетон, асфальтогранулят, битум, температура нагрева материалов

Введение

В Донецком регионе необходимо учитывать погодно-климатические условия, в которых сочетаются резкие температурные суточные перепады. Особенно вызывает интерес весенне-осенний период. В данный период происходят частые переходы температуры через ноль, что влечет за собой замерзание и оттаивание воды, находящейся в порах асфальтобетонного покрытия. Процесс замерзания и оттаивания негативно влияет на прочность дорожного покрытия и является причиной трещинообразования асфальтобетонного покрытия, начала образования разрушений. Дополнительное влияние на покрытие в данный период оказывают нагрузки от колес транспортных средств, которые в комплексе с погодно-климатическими воздействиями разрушают покрытие с дальнейшим образованием выбоин и ям.

Во время проведения ремонтных работ дорожного покрытия происходит снятие старого асфальтобетона, который оставляют на обочине автомобильной дороги и считают техногенным сырьем. Анализ исследований Л. А. Горелышевой, Г. С. Бахраха, А. М. Алиева и других ученых свидетельствует о целесообразности использования старого фрезерованного асфальтобетона, так как данный материал имеет до 90 % полезной массы, которая может быть использована в качестве составляющей вновь приготавливаемой асфальтобетонной смеси [1, 2, 3].

На рисунке 1 показаны объемы использования повторного асфальтогранулята в разных странах мира [4, 5].

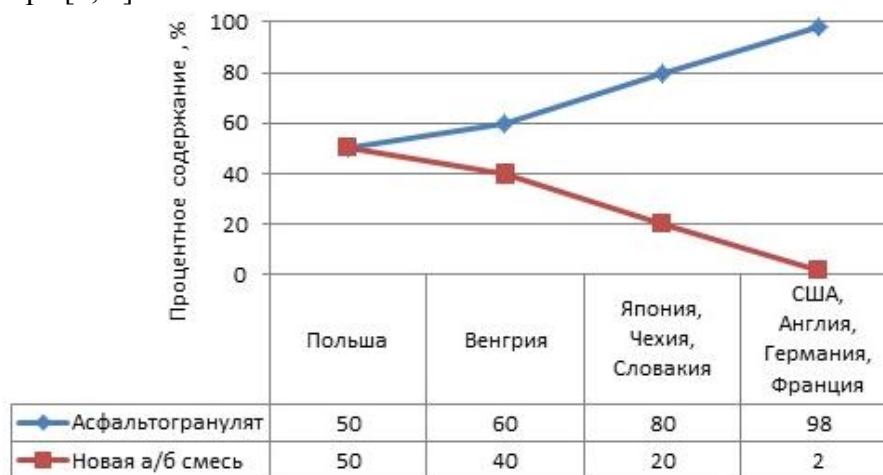


Рисунок 1 – Применение асфальтогранулята в ряде стран мира

Цель работы

Анализ возможности использования асфальтогранулята как основы для асфальтобетонной смеси при выполнении ремонтных работ нежестких дорожных одежд.

Основная часть

Чтобы дорожная одежда служила установленный нормативный срок, необходимы асфальтобетонные смеси, которые будут иметь экономические, технические и эксплуатационные преимущества. К таким смесям выдвигаются следующие требования [2, 3, 6, 7]:

1. Вторичное использование ресурсов (асфальтогранулят).
2. Технологичность в процессе производства.
3. Снижение сроков выполнения дорожно-ремонтных работ.
4. Эффективность проведения дорожно-ремонтных работ.
5. Нормативное транспортно-эксплуатационное качество нового дорожного покрытия.

Асфальтогранулят (АГ) образуется в результате фрезерования старого асфальтобетонного покрытия. Материал, получаемый при фрезеровании, содержит минеральный материал и органическое вяжущее вещество [6, 7]. Крупность частиц фрезерованного асфальтобетона должна соответствовать нормативным требованиям и характеризуется максимальным размером агрегатов U , наибольшим D и наименьшим d размерами зерен минеральной части [6, 7]. Условное обозначение имеет следующий вид:

$$U \text{ АГ } d/D. \quad (1)$$

Пример: 40 АГ 0/20.

Многолетние исследования возможности использования старого фрезерованного асфальтобетона, выполненные К. Г. Сюньи, Н. В. Горельшевым, Г. С. Бахрахом, А. С. Колбановской и другими подтверждают, что фрезерованный асфальтобетон дорожных покрытий можно использовать, т. к. он, даже по истечении расчетного срока службы, сохраняет свои физико-химические свойства к восстановлению до 80–90 % полезной массы [2, 8–10]. Результаты исследований показывают, что при переработке старого асфальтобетона и его повторном использовании содержащиеся в нем минеральные составляющие, сохранившие на своей поверхности пленку органического вяжущего (битума), обнаруживают свойства, которые характерны для активных материалов. Так, при переработке 1000 тонн старого асфальтобетона можно сэкономить до 900 тонн минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка) и около 70 тонн битума, что обеспечивает значительный экономический эффект [5, 11, 12]. На основании этих исследований можно сделать вывод о том, что повторное использование старого фрезерованного асфальтобетона позволит снизить расход нового материала (щебня, песка, минерального порошка, дорожного битума), снизить затраты на их доставку, а также решить проблему утилизации отходов от дорожно-строительных работ.

Область применения асфальтогранулята обширна (рисунок 2) [2, 3, 9, 10].

При проведении ремонтных работ дорожных покрытий возможно использование асфальтогранулята как основы для приготовления новых асфальтобетонных смесей как холодных, так и горячих. При его использовании возможно проводить дорожно-ремонтные работы при неблагоприятных погодных-климатических условиях [13].

В старом асфальтобетоне на минеральных составляющих полностью или частично остается битумное вяжущее, которое сохраняет свои свойства [2]. На рисунке 3 приведен внешний вид асфальтогранулята, полученного холодным фрезерованием при ремонте улиц г. Горловки. Определен зерновой состав минеральной части асфальтогранулята методом экстрагирования (таблица 1).



Рисунок 2 – Область применения асфальтогранулята

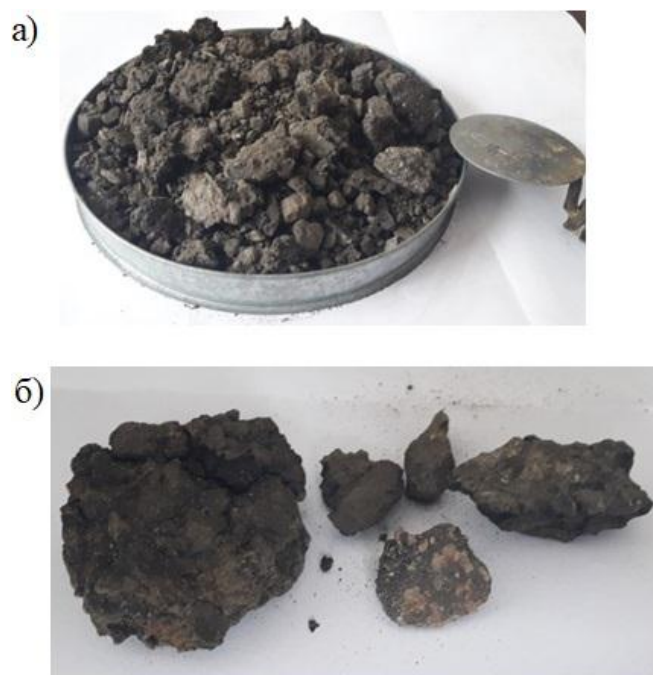
а) выборка для ситования; б) разные размеры в выборке
Рисунок 3 – Вид асфальтогранулята с улиц г. Горловки

Таблица 1 – Зерновой состав асфальтогранулята с улиц г. Горловки

Исследуемый материал	Остатки зерен на ситах, мм									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
	Непрерывный зерновой состав, %									
Асфальтный гранулят	100	97,51	95,91	84,54	64,87	37,71	22,61	14,71	5,03	1,17

Содержание органического вяжущего в асфальтогрануляте составило 5,6 %. Для того, чтобы смесь отвечала нормативным требованиям [6, 7], необходимо добавлять новый минеральный материал, органическое вяжущее и добавки, которые восстанавливают физико-ме-

ханические свойства «состаренного» битума.

Так как в асфальтогрануляте находится битум, необходимо учитывать температуру разогрева, чтобы битум не потерял свои вяжущие свойства или не загорелся. С этой целью необходимо выполнить нагрев каменного материала (до расчетной температуры), а затем вводить асфальтогранулят (рисунок 4) [14].

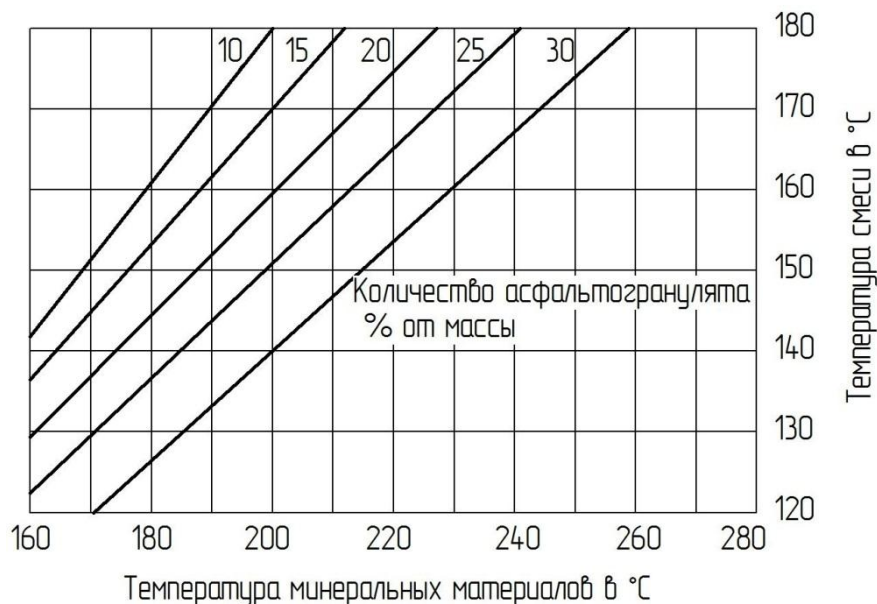


Рисунок 4 – Значения температуры минеральных материалов в зависимости от количества асфальтогранулята в сухом состоянии

Из рисунка 4 следует, что максимальное количество асфальтогранулята не должно превышать 20–30 % от массы регенерированной смеси. Для обеспечения максимальной температуры готовой регенерированной смеси (180 °C) температура минеральных материалов должна составлять 230–260 °C [5, 15].

Анализ исследований Г. К. Сюньи, А. М. Алиева, Н. В. Горелышева подтверждает необходимость учета битума на минеральном материале асфальтобетона [3, 8, 9]. Учитывая количество фрезерованного асфальтобетона и температуру минеральных материалов при приготовлении новой смеси для проведения ремонтных работ, получаем равномерное распределение асфальтогранулята в общей массе смеси. Процесс перемешивания смеси протекает более однородно, так как в грануляте находится битум.

Пригодность новой полученной смеси проверяется согласно нормативным документам [7, 14, 16]. При выполнении ямочного ремонта в весенне-осенний период данная смесь укладывается в подготовленную выбоину и уплотняется. Окончательное доуплотнение происходит в процессе эксплуатации, т. е. при движении транспортных средств по отремонтированному участку, обеспечивая фактическую пропускную способность с максимально допустимой скоростью движения транспортных средств.

Заключение

Использование асфальтогранулята, как основы асфальтобетонной смеси, позволит экономить композиционные минеральные материалы и вяжущие. Особенно это важно для Донецкого региона. Ремонтные работы могут выполняться в весенне-осенний период без особой подготовки рабочего места, что упрощает технологический процесс производства работ. Обеспечение нормативной плотности и расчетных характеристик асфальтобетона происходит в процессе эксплуатации отремонтированного дорожного покрытия.

Список литературы

1. Горелышева, Л. А. Органоминеральные смеси в дорожном строительстве / Л. А. Горелышева // Автомобильные дороги: обзорная информация. – 2000. – Вып. 3. – 107 с.
2. Бахрах, Г. С. Свойства асфальтогранулобетона (АГБ) – продукта холодной регенерации дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием / Г. С. Бахрах // Автомобильные дороги : научно-технический информационный сборник. – 1999. – Вып. 12. – 32 с.
3. Алиев, А. М. Регенерация асфальтобетона / А. М. Алиев. – Баку : Азернешр. – 1985. – 275 с.
4. Suss, G. Erhöhung der Anfangsgriffigkeit von Asphaltdeckschichten-Ergebnisse einer Pilotstudie / G. Suss, U. Karolewski // Asphalt. – 1998. – № 4. – P. 28–32.
5. Губа, В. В. Асфальтобетонный гранулят, как современный материал для повышения срока службы дорожных покрытий / В. В. Губа, И. В. Шилин, К. Р. Губа // Повышение качества и долговечности дорожных конструкций : международная научно-практическая конференция, 25–26 мая 2018 г. – Ростов-на-Дону : ДГТУ. – 2018. – С. 99–103.
6. ГОСТ Р 55052-2012. Гранулят старого асфальтобетона. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2012 г. № 705-ст : введен впервые : дата введения 2013-07-01 / разработан Федеральным автономным учреждением «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве». – Москва : Стандартинформ, 2013. – 12 с.
7. ОДМ 218.2.034-2013. Методические рекомендации по приготовлению и применению асфальтобетонной смеси с использованием переработанного асфальтобетона : отраслевой дорожный методический документ : внесен Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства : издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 10.04.2013 № 463-р : введен впервые / разработан ООО «Инновационный технический центр». – Москва : Федеральное дорожное агентство «Росавтодор», 2013. – 37 с.
8. Сюньи, Г. К. Регенерированный дорожный асфальтобетон / Г. К. Сюньи, К. Х. Усманов, Э. С. Файнберг ; под редакцией Г. К. Сюньи. – Москва : Транспорт, 1984. – 118 с.
9. Горелышев, Н. В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы / Н. В. Горелышев. – Можайск : Можайск-Терра, 1995. – 175 с. – ISBN: 5-7542-0008-0.
10. Колбановская, А. С. Дорожные битумы / А. С. Колбановская, В. В. Михайлов. – Москва : Транспорт, 1973. – 264 с.
11. Дорожный асфальтобетон / Л. Б. Гезенцевей, Н. В. Горелышев, А. М. Богуславский, И. В. Королев. – Москва : Транспорт, 1985. – 350 с.
12. Надикто, Г. И. Дорожный асфальтобетон / Г. И. Надикто, В. С. Прокопец. – Омск : СибАДИ, 2009. – 154 с. – ISBN 978-5-93204-475-9.
13. Кочерга, В. Г. Всепогодный ремонт покрытий автодорог с использованием модифицированных холодных асфальтобетонных смесей / В. Г. Кочерга, В. В. Зырянов, Е. П. Кулик // Инженерный вестник Дона. – № 2. – 2012. – С. 661–664.
14. СТО АВТОДОР 2.7-2016. Применение асфальтогранулята в асфальтобетонных смесях и конструктивных слоях дорожной одежды. Технические условия : стандарт Государственной компании «Автодор» : утвержден и введен в действие Приказом Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от 17. 08.2016 г. № 158 : введен впервые / разработан ООО НПП «ДорТрансНИИ-Инжиниринг». – Москва : Государственная компания «Автодор». 2016. – 26 с.
15. СТО НОСТРОЙ 2.25.159-2014. Автомобильные дороги. Холодная регенерация конструктивных слоев для устройства оснований дорожных одежд : национальный стандарт строителей : издание официальное : утвержден и введен в действие решением Совета Национального объединения строителей от 11.12.2014 г. № 62 : введен впервые / разработан саморегулируемой организацией некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ». – Москва : СОЮЗДОРСТРОЙ, 2016. – 30 с.
16. ГОСТ 30491-2012. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве от 18.12.2012 г. № 41 : взамен ГОСТ 30491–97 / разработан ФАУ «ФЦС». – Москва : Стандартинформ, 2013. – 15 с.

В. И. Братчун¹, К. Р. Губа²

1 – ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, 2 – Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Использование асфальтогранулята в асфальтобетонной смеси для ремонта дорожной одежды

В последнее время за рубежом и в Российской Федерации широко используют новые технологии строительства, ремонта, а также содержания дорожных покрытий автомобильных дорог. Зачастую эти технологии связаны с использованием местных материалов и материалов вторичного использования.

Вопрос вторичного использования материалов от дорожно-ремонтных работ дорожного покрытия автомобильных дорог поднимается в связи с нехваткой минеральных материалов и вяжущих веществ. Поэтому использование старого асфальтобетона дает возможность заменить эти недостающие материалы.

В статье рассматривается возможность применения асфальтогранулята в качестве основного минерального материала для асфальтобетонной смеси, которая будет использована при ремонте дорожной одежды автомобильных дорог. Анализ исследований в области применения асфальтогранулята показывает, что исследования проводятся и область его применения довольно обширна. Также результаты проведенных исследований показывают, что выполнение дорожно-ремонтных работ с использованием асфальтогранулята в качестве основного материала может быть произведено при неблагоприятных погодных-климатических условиях. Ремонтные работы могут выполняться в весенне-осенний период и без дополнительной подготовки рабочего места, что приводит к упрощению технологического процесса выполнения работ.

Использование асфальтогранулята позволяет снизить количество применяемого органического вяжущего (битума). Однако существует необходимость восстановления физико-химических свойств битума, находящегося в грануляте. Применение гранулята при приготовлении новой асфальтобетонной смеси позволит снизить температуру нагрева всей смеси.

Таким образом вторичное использование материалов приводит к снижению расходов на основные материалы, потребление энергоресурсов, затрат на сложные технологические процессы. Получаемая асфальтобетонная смесь отвечает всем нормативным требованиям.

Применение асфальтогранулята в составе асфальтобетонной смеси позволит расширить номенклатуру дорожно-строительных материалов, особенно для районов, в которых есть проблемы с дорожно-строительными материалами.

СТАРЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, ФРЕЗЕРОВАННЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТ, БИТУМ, ТЕМПЕРАТУРА НАГРЕВА МАТЕРИАЛОВ

V. I. Bratchun¹, K. R. Guba²

1 – Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, 2 – Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Granulated Material Use in the Road Concrete Mix for the Road Pavement Repair

Recently, abroad and in the Russian Federation, new technologies for the construction, repair, and maintenance of the highway pavements have been widely used. Often, these technologies are associated with the use of local and recycled materials.

The issue of recycling materials use in the road repair works of highway pavements is raised due to the lack of mineral materials and binders. Therefore, the use of the old asphalt concrete makes it possible to replace these missing materials.

The article discusses the possibility of using the asphalt granulate as the main mineral material for the road concrete mix, which will be used in the repair of highway pavements. The research analysis in the field of the asphalt granulate application shows that research is being carried out and the area of its application is quite extensive. Also, the results of the studies carried out show that the performance of the road repair work using asphalt granulate as the main material can be carried out under adverse weather and climatic conditions. The repair work can be carried out in the spring-autumn period without additional preparation of the workplace, which leads to the technological process simplification of the work execution.

The use of the asphalt granulate reduces the amount of organic binder (bitumen) application. Only, there is a need to restore the physical and chemical properties of the bitumen in the granulate. The use of the granulate in the preparation of the new road concrete mix will reduce the heating temperature of the entire mixture.

It can be concluded that the materials recycling leads to the decrease in the cost of basic materials, energy consumption, and the cost of complex technological processes. The resulting road concrete mix meets all regulatory requirements.

The use of the asphalt granulates in the road concrete mix will allow to expand the range of road building materials, especially for areas where there are problems with them.

OLD ASPHALT CONCRETE, MILLED ASPHALT CONCRETE, ASPHALT GRANULATE, BITUMEN, MATERIAL HEATING TEMPERATURE

Сведения об авторах:

В. И. Братчун

ORCID ID: 0000-0003-3085-0244

Телефон: +38 (071) 346-19-37

Эл. почта: bratv09@yandex.ua

К. Р. Губа

SPIN-код: 6818-8047

Телефон: +38 (071) 367-31-90

Эл. почта: guba.constantin@gmail.com

Статья поступила 06.11.2020

© В. И. Братчун, К. Р. Губа, 2021

Рецензент: И. В. Шилин, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 622.5 + 628.1

С. П. Высоцкий, д-р техн. наук¹, Д. А. Плотников¹, В. В. Мамаев, д-р техн. наук²

1 – ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

2 – Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР, Донецк

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОСАДКОВ ШАХТНЫХ ВОД ДОНБАССКОГО РЕГИОНА ПОСЛЕ УМЯГЧЕНИЯ РЕГЕНЕРАТИВНЫМ ПРОДУКТОМ ОТХОДОВ САМОСПАСАТЕЛЕЙ

Весовым и методом седиментационного анализа исследованы дисперсные характеристики осадков шахтной воды после ее умягчения регенеративным продуктом ОКЧ-3 (из отходов самоспасателей). Определены размеры твердых частиц по фракциям и их массы. С использованием аналитического метода, разработанного Н. Н. Цюрупой, вычислены минимальные и максимальные размеры осажденных частиц, изучена кинетика процесса осаждения, рассчитан параметр полидисперсности. Вычислены скорость и время осаждения частиц, выпавших в осадок после обработки шахтной воды отходами регенеративного продукта. Изучено влияние флокулянта полиакриламида на процесс седиментации осадка шахтной воды, умягченной регенеративным продуктом.

Ключевые слова: седиментационный анализ, шахтные воды, утилизация отходов, шахтные самоспасатели, надпероксид калия

Постановка проблемы

Одним из этапов исследования умягчения шахтных вод Донбасского региона, апробированных на угольных шахтах им. А. Ф. Засядько, М. И. Калинина и др., регенеративным продуктом отходов самоспасателей с химически связанным кислородом (основным компонентом которого является надпероксид калия KO_2) является изучение особенностей образования осадков солей общей жесткости из шахтных вод, осажденных реагентом для последующего выбора оптимальных средств процесса очистки.

Исследуемые шахтные воды Донбасского региона имеют следующие характеристики: довольно низкое содержание взвешенных веществ, высокие показатели прозрачности; в то же время умягчение шахтной воды регенеративным продуктом вызывает образование осадка, состоящего из: карбоната кальция (CaCO_3), гидроксида магния (Mg(OH)_2) и др. Предыдущие исследования по умягчению шахтных вод Донбасского региона [1] показали, что эти воды содержат, кроме того, значительное количество высокодисперсных включений угля, а также мелкий шлам, который, как известно, требует большего времени осаждения. Исходя из представленных данных, наиболее оптимальный вид аппарата для удаления осевшей дисперсной фазы – тонкослойный отстойник. К достоинствам тонкослойных отстойников (пластинчатых или трубчатых) следует отнести: малую чувствительность к изменению температуры и расхода воды, способность осаждать высокодисперсный шлам, высокую скорость очистки, экономичность вследствие небольшого объема аппарата и невысокие затраты на строительство, что крайне важно в условиях предприятия. Таким образом, следующим этапом для определения условий по подготовке шахтной воды и дальнейшего ее применения в хозяйственно-бытовых целях предприятия является проведение седиментационного анализа шахтной воды, предварительно умягченной раствором регенеративного продукта из отходов самоспасателей с химически связанным кислородом.

Цель исследования

Целью работы является изучение дисперсных (в том числе седиментационных) характеристик осадков шахтной воды, предварительно умягченной регенеративным продуктом ОЧК-3 из отходов самоспасателей, необходимых для выявления путей ее дальнейшего использования в хозяйственно-бытовых целях предприятий.

Изложение основного материала исследования

Поверхностные водные источники Донбасского региона в основном формируются за счет шахтных вод. Шахтные воды имеют повышенную минерализацию (около 2000–3000 ppm), что оказывает негативное влияние на экологические системы. При загрязнении поверхностных и подземных вод не просто исключается возможность их использования для питьевых целей и хозяйственной деятельности, а нарушается равновесие экологических систем и проявляется негативный результат, если не сразу, то не в столь отдаленном будущем [2, 3]. Использование шахтных вод Донбасского региона, предварительно очищенных и умягченных регенеративным продуктом ОЧК-3 из отходов самоспасателей, в хозяйственно-бытовых целях предприятий позволило бы не только утилизировать опасный отход, требующий нейтрализации, но и снизить поступление загрязняющих вод повышенной минерализации в поверхностные и подземные источники. Например, по данным ГУ «Донгипрошахт» только на шахтах г. Донецка откачивается на поверхность и сливается в поверхностные источники после отстаивания около 60 млн м³ шахтной воды в год.

Авторами проведены исследования по седиментационному анализу методом непрерывного взвешивания осадка, образующегося при умягчении шахтной воды раствором регенеративного продукта, с помощью торсионных весов (рисунок 1). Обработка шахтных вод проводилась раствором концентрацией 40 г/дм³, приготовленным из отходов ОЧК-3 (КО₂). Раствор реагента в различных количествах от 3 до 6 мл постепенно добавлялся в стеклянный стакан с шахтной водой объемом 150 мл. При концентрации 6 мл раствора на 150 мл шахтной воды эквивалентное содержание ионов составляет: ионов жесткости – 0,21 мг-экв/дм³; карбонат-ионов – 6,8 мг-экв/дм³; гидроксид-ионов – 1,86 мг-экв/дм³; уровень pH – 8,8; удельная электропроводность – 3300 мкСм/см.

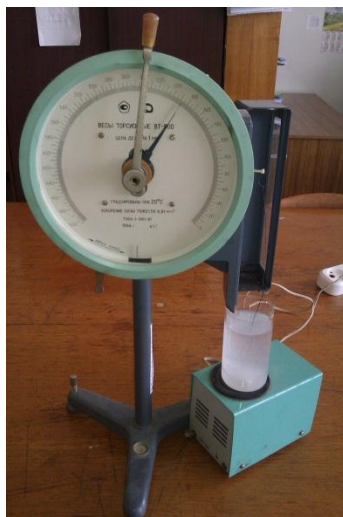
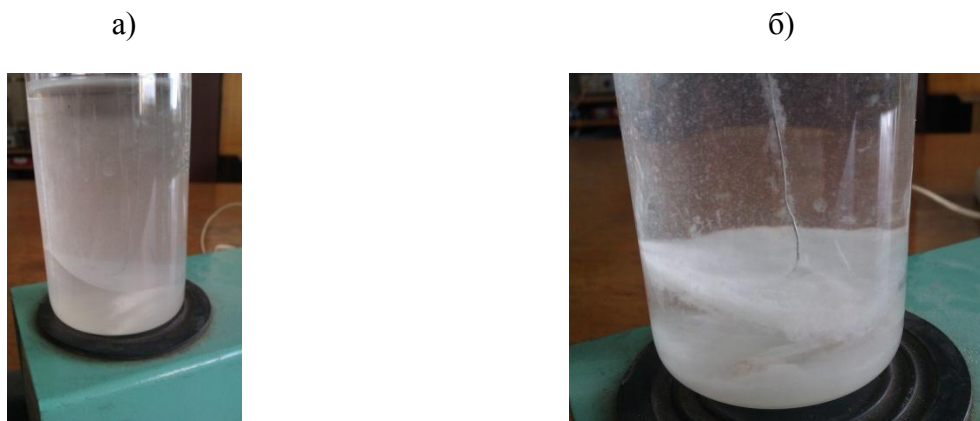


Рисунок 1 – Работа торсионных весов

В ходе исследований при помощи весового анализа выявлено, что частицы, образующиеся в шахтной воде в результате реакции с раствором регенеративного продукта, образуют различные структуры, размер которых изменяется в зависимости от концентрации раствора. Так, при содержании до 3,3–3,4 мл на 150 мл шахтной воды осадок выпадает в виде

мелких белых частиц однородно распределенных по всему объему, вода мутнеет (рисунок 2а). При более высоких концентрациях реагента частицы приобретают значительно более крупные размеры и распределяются хаотично в относительно прозрачной воде (рисунок 2б).



а) менее 3,3–3,4 мл; б) более 3,3–3,4 мл

Рисунок 2 – Вид суспензии при концентрациях регенеративного продукта на 150 мл шахтной воды

Для определения размеров частиц в системах от 1 до 100 мкм широко используется седиментационный метод анализа. Если плотность вещества дисперсной фазы больше плотности дисперсионной среды (жидкости), то частицы оседают и система расслаивается на два слоя – осадок и жидкость. Радиус частицы суспензии определяется по формуле [4]:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta u}{2(d - d_{H_2O})g}} = K\sqrt{u}, \quad (1)$$

откуда постоянный коэффициент К:

$$K = 10^4 \sqrt{\frac{9\eta}{2(d - d_{H_2O})g}}, \quad (2)$$

где $u = \frac{h}{t}$ – скорость оседания частицы, см/с;

r – радиус частицы, мкм;

η и d_{H_2O} – вязкость и плотность шахтной воды, Па·с и г/см³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

d – плотность раствора с регенеративным продуктом для обработки шахтной воды, г/см³.

Уравнение (2) положено в основу седиментационного анализа размеров частиц крупнодисперсных систем [5]. Для более точного построения кинетической кривой распределения частиц суспензии по размерам был применен аналитический метод, предложенный Н. Н. Цюрупой [5]. Независимо от используемой экспериментальной техники седиментационного анализа, кривая накопления осадка полидисперсной суспензии описывается уравнением:

$$Q = Q_m \frac{t}{t + t_0}, \quad (3)$$

где Q – количество осадка, выпавшего к моменту времени t (% по массе);

Q_m – постоянная, значения которой находятся в пределах от 100 до 145 %;

t_0 – время осаждения половины осадка.

При $t = t_0$ из уравнения (3) следует, что $Q = Q_m/2$. Максимальный радиус r_{max} находим после определения времени полного выпадения первой фракции t_m . Расчет проводим по уравнению Стокса. Общая масса дисперсной фазы, осевшей к любому моменту времени t_x :

$$Q = Q_0 + q, \quad (4)$$

где Q_0 – массовая доля полностью выпавшей фракции, %;

q – массовая доля частично выпавшей фракции ко времени t_x только из нижних слоев суспензии, %.

Скорость оседания этой фракции можно выразить как dQ/dt при t_x , поэтому доля частично выпавших частиц q к моменту времени t_x будет $(dQ/dt)t_x$. Для полного количества осадка запишем:

$$Q = Q_0 + \left(\frac{dQ}{dt} \right) t_x. \quad (5)$$

Каждая точка на кинетической кривой соответствует доле (%) той фракции, частицы которой имеют радиус r_i и больше, полностью осевшей к заданному времени:

$$Q = 100P/P_k, \quad (6)$$

где P – масса дисперсной фазы, осевшей за время t , г;

P_k – масса дисперсной фазы, осевшей полностью, г.

Результаты экспериментальных наблюдений получаем в единицах массы Q (обычно выражаем в процентах).

Массу половины осажденных частиц Q_m и время их осаждения t_0 находим по линейному уравнению:

$$\frac{t}{Q} = \frac{t_0}{Q_m} + \frac{t}{Q_m}. \quad (7)$$

В таблице 1 приведены данные по массе, радиусу и другим параметрам, рассчитанным по формулам (2)–(7), по которым построены кинетическая кривая седиментации (рисунок 3), интегральная (рисунок 5), дифференциальная (рисунок 6) кривые распределения осажденных частиц в шахтной воде после ее обработки регенеративным продуктом. Для нахождения предела седиментации построили начальный участок зависимости $P = f(1000/t)$ и экстраполировали полученную кривую на ось ординат (рисунок 4), точка пересечения соответствует величине P_{max} , т. к. при $t \rightarrow \infty$, $1000/t \rightarrow 0$.

Минимальный радиус частиц определялся по формуле $r_{min} = r_0 \sqrt{0,1\sqrt{Q_m} - 1}$ и оказался равным 6,74 мкм, а максимальный – $r_{max} = 3 r_0$, т. е. 38,06 мкм. Данные, полученные при обработке седиментационной кривой, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Массовая доля осадка и радиусы осажденных частиц в шахтной воде после ее обработки регенеративным продуктом

Время оседания частиц t , с	Радиус частиц r , мкм	Интервал размеров частиц отдельных фракций, мкм	Длина отрезков между касательными h , мм	Содержание фракции Q , %	Содержание фракций ΔQ , % в данном интервале радиусов	Отношение величин $\Delta Q_i / \Delta r_i$
60	38,06	38,06–19,03	9	100	11	3,45
240	19,03	19,03–13,47	20	91	12	1,58
480	13,47	13,47–12,69	23	79	11	1,22
720	12,69	12,69–9,01	26	66	15	0,85
1080	9,01	9,01–7,78	40	51	13	0,69
1440	7,78	7,78–7,2	42	38	16	0,49
1680	7,2	7,2–6,74	24	22	14	0,52
1920	6,74	> 6,74	26	7	8	0,84

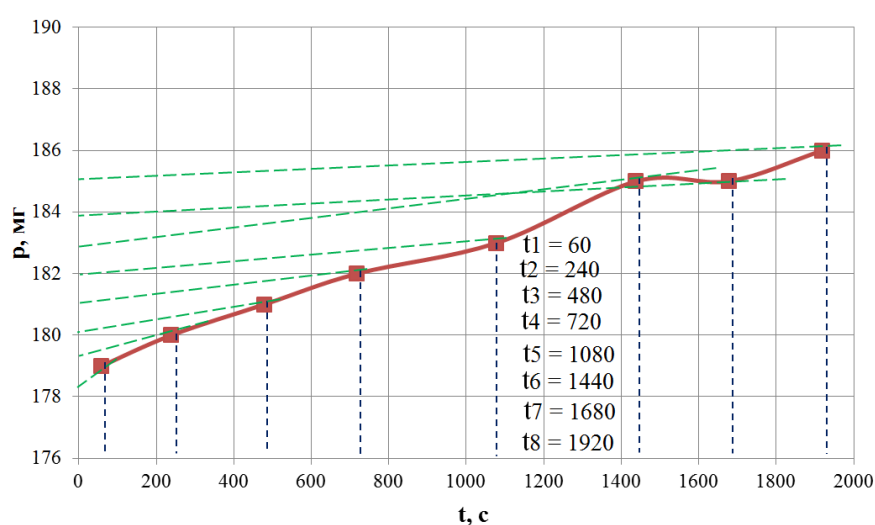


Рисунок 3 – Кинетическая кривая седиментации

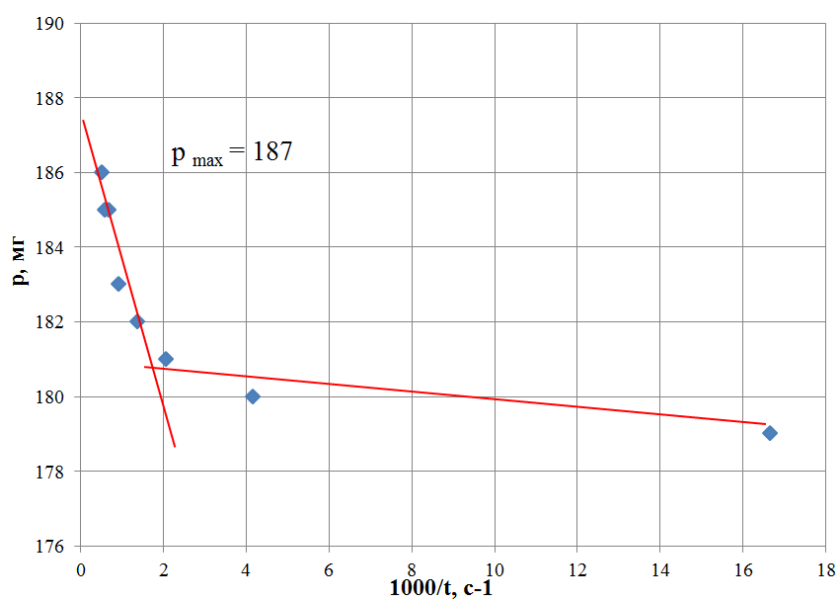


Рисунок 4 – Определение предела седиментации

Наиболее вероятный радиус частиц r_n соответствует максимальному значению диф-

ференциальной функции распределения $r_n = r_0/2,24 = 5,67$ мкм. Степень полидисперсности суспензии σ , вычисленная по следующей зависимости: $\sigma = \frac{r_{max}}{r_{min}} = \frac{3}{\sqrt{0,1\sqrt{Q_m}-1}}$, равна 5,65.

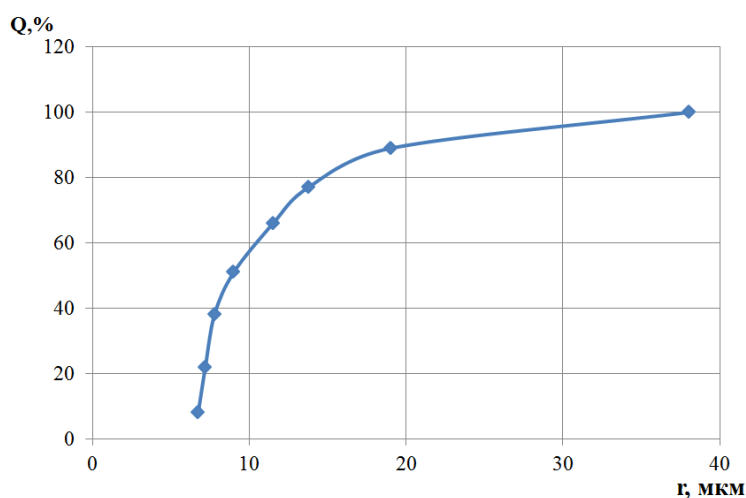


Рисунок 5 – Интегральная кривая распределения осажденных частиц в шахтной воде после ее обработки регенеративным продуктом

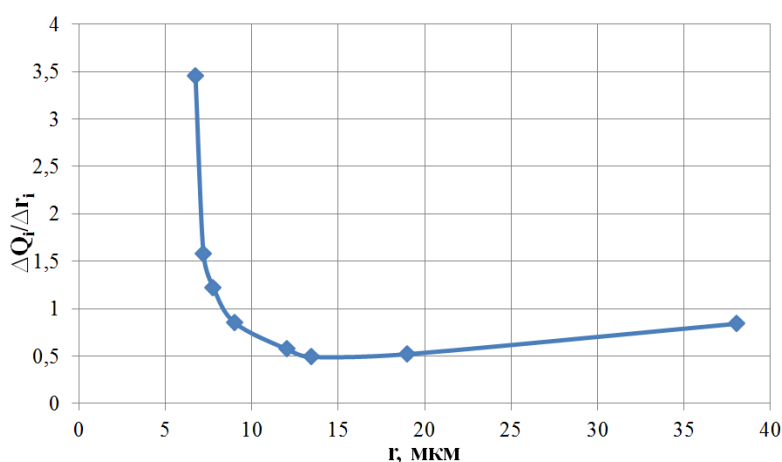


Рисунок 6 – Дифференциальная кривая распределения осажденных частиц в шахтной воде после ее обработки регенеративным продуктом

Результаты исследования показали, что шахтная вода содержит значительное количество высокодисперсного угля, помимо тонкодисперсных осадков, образованных в результате удаления солей жесткости из воды раствором с регенеративным продуктом. В соответствии с уравнением Стокса скорость осаждения частицы для ламинарного обтекания определяем на основании баланса сил:

$$\omega_0 = \frac{d^2(\rho_1 - \rho_2)}{\mu} g, \quad (8)$$

где ω_0 – скорость осаждения частицы под действием силы тяжести, м/с;

d – диаметр частицы, м;

ρ_1 – плотность частиц дисперсной фазы, кг/м³;

ρ_2 – плотность дисперсионной среды, кг/м³;

μ – вязкость среды, н·с/м²;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

Учитывая, что твердость частиц угольного шлама (по шкале Мооса 2 – 5) значительно меньше, чем таковая у карбоната кальция (по шкале Мооса – 9), использование тонкослойных отстойников обеспечит фракционирование при удалении осадков из воды, что делает применение этих отстойников для данных целей практически безальтернативным вариантом. Таким образом, очищая шахтную воду, можно дополнительно извлекать полезную высокодисперсную угольную суспензию и в дальнейшем получать продукцию в виде тонкодисперсного водоугольного топлива, которое пригодно для прямого сжигания в топках тепловых котлов. Это подтверждает целесообразность раздельной сепарации высокодисперсного угольного шлама и продуктов умягчения шахтной воды [6]. Достичь (реализовать) раздельную сепарацию можно, применяя последовательное расположение отстойников при очистке шахтной воды.

В ходе проведения седиментационного анализа осадка шахтной воды, умягченной раствором регенеративного продукта ОКЧ-3 из отходов самоспасателей, было установлено, что при использовании флокулянта для укрупнения осаждаемых частиц (для этих целей применялся полиакриламид с концентрацией $0,5\text{--}1,5 \text{ мг/дм}^3$, как наиболее доступный и широко распространенный флокулянт), сокращается время седиментации осадка на 19–27 %, однако параллельно наблюдается и уменьшение массы осадка, осевшего на чашечку торсионных весов, около 16–18 % от массы осадка без применения флокулянта. Это обусловлено тем, что частицы взвеси после обработки полиакриламида сорбируются на стенках стеклянного сосуда. Данная закономерность наиболее вероятно обусловлена явлением термофореза [7] (эффект Людвига – Соре) – равнодействующая различных сил, которые проявляются в данной системе, направлена в сторону адгезии коллоидных частиц к поверхности стекла.

Выводы

1. Впервые методом седиментационного анализа исследованы дисперсные характеристики шахтной воды, предварительно умягченной с использованием кислородсодержащего продукта ОКЧ-3 из отходов самоспасателей с химически связанным кислородом.

2. Впервые установлено, что при использовании флокулянта полиакриламида с концентрацией $0,5\text{--}1,5 \text{ мг/дм}^3$ для укрупнения осаждаемых частиц шахтной воды Донбасского региона, предварительно умягченной с использованием кислородсодержащего продукта ОКЧ-3 из отходов самоспасателей, сокращается время седиментации осадка на 19–27 %, а масса осадка уменьшается на 16–18 % от массы осадка без применения флокулянта. Это наиболее вероятно обусловлено явлением термофореза.

3. Установлено, что, исходя из полученных дисперсных характеристик шахтной воды, умягченной отходами регенеративного продукта шахтных самоспасателей, для удаления осадков после обработки целесообразно применение тонкослойных отстойников в качестве аппаратов для очистки воды.

Список литературы

1. Плотников, Д. А. Использование отходов шахтных самоспасателей для снижения карбонатной жесткости шахтной воды / Д. А. Плотников // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute: international scientific and technical journal. – 2020. – № 3(34). – С. 73–80.
2. Evaluation of Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment – A Critical Review / D. B. Miklos, C. Remy, M. Jekel [et al.] // Water Research. – 1 August 2018. – Volume 139. – P. 118–131.
3. Murray, J. Jarosite versus Soluble Iron-Sulfate Formation and Their Role in Acid Mine Drainage Formation at the Pan de Azúcar Mine tailings (Zn-Pb-Ag), NW Argentina / J. Murray, A. Kirschbaum, B. Dold // Minerals. – 2014. – Vol. 4, Issue 2, 30 May 2014. – P. 477–502.
4. Сваровская, Н. А. Дисперсные системы. Седиментационный анализ суспензий / Н. А. Сваровская, И. М. Колесников, В. А. Винокуров // Методические указания к лабораторному практикуму по курсу «Физическая и коллоидная химия». – Москва : Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. – 46 с.

5. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы: Кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Методы их исследования / Ж. И. Беспалова, И. А. Пятёрко, Л. Г. Мирошниченко [и др.]. – 3-е изд., переработанное и дополненное. – Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2014. – 88 с.
6. Scale Inhibition Properties of Metallic Cations on CaCO_3 Formation Using Fast Controlled Precipitation and a Scaling Quartz Microbalance / M. Gritli, H. Cheap-Charpentier, O. Horner [et al.] // Desalination and Water Treatment . – 2019. – Vol. 167, November. – P. 113–121.
7. Мартынов, С. И. Модель переноса частиц в неоднородно нагретой намагничивающейся или поляризующейся жидкости / С. И. Мартынов // IX Международная научная молодежная школа-семинар «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» имени Е. В. Воскресенского, 8–11 октября 2020. – Саранск. – С. 237–246.

С. П. Высоцкий¹, Д. А. Плотников¹, В. В. Мамаев²

1 – ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка; 2 – Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР, Донецк

Седиментационный анализ осадков шахтных вод Донбасского региона после умягчения регенеративным продуктом отходов самоспасателей

Одним из этапов исследования умягчения шахтных вод Донбасского региона, апробированных на угольных шахтах им. А. Ф. Засядько, М. И. Калинина и др., регенеративным продуктом отходов самоспасателей с химически связанным кислородом (основным компонентом которого является надпероксид калия KO_2) является изучение особенностей образования осадков солей общей жесткости из шахтных вод, осажденных реагентом для последующего выбора оптимальных средств процесса очистки.

Поверхностные водные источники Донбасского региона формируются в основном за счет шахтных вод. Шахтные воды имеют повышенную минерализацию (около 2000–3000 ppm), что оказывает негативное влияние на экологические системы. При загрязнении поверхностных и подземных вод не просто исключается возможность их использования для питьевых целей и хозяйственной деятельности, а нарушается равновесие экологических систем и проявляется негативный результат, если не сразу, то не в столь отдаленном будущем. Использование шахтных вод Донбасского региона, предварительно очищенных и умягченных регенеративным продуктом ОКЧ-3 из отходов самоспасателей, в хозяйственно-бытовых целях предприятий позволило бы не только утилизировать опасный отход, требующий нейтрализации, но и снизить поступление загрязняющих вод повышенной минерализации в поверхностные и подземные источники.

Весовым и методом седиментационного анализа исследованы дисперсные характеристики осадков шахтной воды после ее умягчения регенеративным продуктом ОКЧ-3 (из отходов самоспасателей). Определены размеры твердых частиц по фракциям и их массы. С использованием аналитического метода, разработанного Н. Н. Цюрупой, вычислены минимальные и максимальные размеры осажденных частиц, изучена кинетика процесса осаждения, рассчитан параметр полидисперсности. Вычислены скорость и время осаждения частиц, выпавших в осадок после обработки шахтной воды отходами регенеративного продукта. Изучено влияние флокулянта полиакриламида на процесс седиментации осадка шахтной воды, умягченной регенеративным продуктом.

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ, ШАХТНЫЕ ВОДЫ, УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ, ШАХТНЫЕ САМОСПАСАТЕЛИ, НАДПЕРОКСИД КАЛИЯ

S. P. Vysotskiy¹, D. A. Plotnikov¹, V. V. Mamaev²

1 – Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka; 2 – The «Respirator» State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work, Fire Safety and Civil Protection of the Ministry of the Donetsk People's Republic for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Donetsk

Sedimentation Analysis of the Donbass Region Mine Water Sludge after Softening with a Regenerative Product of the Self-Rescuer Wastes

One of the stages in the study of softening the Donbass region mine waters by the regenerative waste product of the self-rescuers with the chemically bound oxygen (the main component of which is the potassium superoxide KO_2) tested at the coal mines named after A. F. Zasyadko, M. I. Kalinina and others, is the study of the formation peculiarities of

the precipitation of the general hardness salts from mine waters, precipitated by the reagent for the subsequent selection of the purification process optimal means.

Surface water sources in the Donbass region are mainly formed by mine waters. These mine waters have a high salinity (about 2000-3000 ppm), which has a negative impact on the ecological systems. When surface and underground waters are polluted, the possibility of their use for drinking purposes and economic activity is not simply excluded, but the balance of the ecological systems is disturbed and a negative result appears, if not immediately, then in the not so distant future. The use of mine waters of the Donbass region, previously purified and softened by the OCH-3 regenerative product from the self-rescuers waste, for household purposes of enterprises, would not only allow the disposal of hazardous waste requiring neutralization, but also reduce the flow of polluting waters of increased mineralization into the surface and underground sources.

The dispersed characteristics of the mine water after softening with the use of the oxygen-containing product OKCh-3 from the waste of self-rescuers with chemically bound oxygen are investigated by the weight and sedimentation analysis. The sizes of solid particles by fractions and their mass are determined. Using the analytical method developed by N. N. Tsurupa, the minimum and maximum sizes of deposited particles are calculated, the kinetics of the deposition process is studied, and the polydispersity parameter is calculated. The rate and time of the particles settling precipitated after the mine water treatment with the waste of the regenerative product are calculated. The influence of a flocculant (polyacrylamide) on the sedimentation process of the mine water sludge softened with the regenerative product is investigated.

SEDIMENTATION ANALYSIS, MINE WATER, RECYCLING, MINE SELF-RESCUEERS, POTASSIUM NADPEROXIDE

Сведения об авторах:

С. П. Высоцкий

SPIN-код: 7497-0100
Scopus Author ID: 7004891012
ORCID ID: 0000-00002-2988-7245
Телефон: +38 (071) 391-35-97
Эл. почта: sp.vysotsky@gmail.com

Д. А. Плотников

SPIN-код: 7111-2362
Телефон: +38 (071) 403-53-70
Эл. почта: denypl90@gmail.com

В. В. Мамаев

SPIN-код: 2881-5529
Телефон: +38 (062) 332-78-03
Эл. почта: respirator@mail.dnmchs.ru

Статья поступила 17.02.2021

© **С. П. Высоцкий**, Д. А. Плотников, В. В. Мамаев, 2021

Рецензент: А. П. Карпинец, канд. хим. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 332.1 + 339.138

В. Н. Антонов, канд. экон. наук

ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк

ИЗМЕНЯЮЩИЕСЯ РЫНОЧНЫЕ УСЛОВИЯ КАК ПРЕДПОСЫЛКА СОВРЕМЕННОЙ ДОКТРИНЫ МАРКЕТИНГА ТЕРРИТОРИЙ

Статья посвящена исследованию особенностей маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях. В ходе исследования разработана доктрина маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях, реализацию которой отличает проработка главной идеи, определение предпосылок ее разработки и теоретико-эмпирической основы, а также обоснование необходимости и эффекта, направленного на получение экономических и социальных результатов.

Ключевые слова: маркетинг территорий, рыночные условия, изменяющиеся условия, рычаги маркетинга территорий, факторы маркетинга территорий

Постановка проблемы

В современных динамично изменяющихся рыночных условиях процесс формирования имиджа территорий неизбежно сопровождается неопределенностью и нестабильностью как факторов среды, так и планируемых результатов от реализации инструментария маркетинга. Кроме того, правомерно полагать, что изменяющиеся рыночные условия связаны преимущественно с негативным влиянием факторов внутренней и внешней среды, что проявляется в возникновении кризисов (кризисных ситуаций) и неопределенности при принятии управленческих решений на всех уровнях экономической системы.

Трудно поспорить с тем, что кризис всегда проявляется в тяжелом и опасном состоянии, угрожающем существованию государства, отрасли, отдельного субъекта хозяйственной деятельности. Особенностью кризиса является его внезапность и нежелательность последствия для любой экономической системы. В свою очередь, любая система стремится к стабилизации и преодолению дисбаланса. По законам диалектики, стабильность, к которой стремится система (в лице субъекта), не существует сама по себе, а всегда ощущает присутствие хаоса и кризиса. После экономического кризиса, который имеет разрушительный характер, создается более совершенная экономическая система.

Сказанное выше свидетельствует не только о необходимости композиционной модели системы маркетинга территорий, которая постоянно находится под влиянием ряда факторов и сил, но и подчеркивает потребность в разработке соответствующей доктрины.

Анализ последних исследований и публикаций

Среди публикаций, представляющих интерес для проблематики исследования, особо следует выделить работы М. Т. Терёхина [1], О. Б. Мных и А. К. Савченко [2], С. С. Рустамовой [3], И. В. Фроловой и М. А. Погосян [4], О. В. Синяк [5] и др. [6–9]. При этом работы ученых посвящены не только обоснованию условий и факторов рыночных условий (или, например, особенностям рыночного равновесия [1]), но и изучению тенденций развития региональных потребительских рынков (в т. ч. на примере аграрного сектора экономики [9]). Однако динамика развития социально-экономических отношений (тем более в изменяющихся рыночных условиях) требует постоянных исследований, учитывающих их современные особенности и реалии рыночной конъюнктуры. Кроме того, исследований, посвященных разработке доктрины маркетинга территорий еще недостаточно (несмотря на серьезные результаты уже полученные О. Ф. Беленко и С. А. Пихановой [10], а также И. Е. Романько [11]).

Цель исследования заключается в разработке доктрины маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях.

Изложение основного материала исследования

Элементы любой экономической системы, в том числе и маркетинга территорий, находятся в динамике в связи с изменяющимися рыночными условиями, которым характерна неопределенность. При этом в качестве основной детерминанты неопределенности выступает случайность, что приводит к поливариантности и бесконечным комбинациям элементов системы (например, параметров территории и характеристик маркетинговой среды как объектов маркетинга) ввиду сложности учета деятельности всех субъектов рынка.

Степень неопределенности особо возрастает при несистемных, часто противоречащих изменениях формальных правил и норм, что приводит к возникновению новых кризисных явлений и ситуаций, а также при желании одних субъектов улучшить имидж территории, а других – противостоять этому (в качестве очевидного примера нельзя не привести действия государственных органов Украины по «сближению» с жителями Донецкой и Луганской Народных Республик, а именно экономическую блокаду).

Результаты анализа специальной экономической литературы ([12–19]) позволяют выделить следующие классификационные признаки неопределенности в современных рыночных условиях, которые могут быть интерпретированы в проблематике нашего исследования:

1) по степени вероятности: абсолютная неопределенность (характерная для уникальных, неидентичных ситуаций со степенью вероятности наступления событий на конкретной территории, близкой к 0); частичная неопределенность (характеризуется недостаточной объективностью или частичным отсутствием данных по отдельной территории);

2) по информационному признаку (по наличию объективной информации об определенной территории): неоднозначность (противоречивость информации); нечеткость (условность, «размытость» имеющейся информации); непредсказуемость (спонтанность изменений информации); неизвестность (отсутствие какой-либо информации, необходимой для принятия решений).

В свою очередь, к основным причинам неопределенности в рамках маркетинга территорий следует отнести следующие: информационная недостоверность, асимметрия, неполнота; оппортунизм отдельных субъектов; ограниченная рациональность принятия решений государственных органов и субъектов хозяйственной деятельности; случайность и противоречивость отдельных экономических, политических явлений и процессов. Нельзя не отметить, что в современных изменяющихся рыночных условиях субъекты маркетинга территорий нередко принимают решения, основанные на собственном опыте или субъективной оценке происходящих событий (наиболее характерным примером являются ожидания заседаний трехсторонней контактной группы, от результатов которых напрямую зависят действия властных структур). При этом обеспечить частичное снижение уровня неопределенности возможно путем исследования факторов, влияющих на рыночные условия.

Стоит обратить внимание, что определенные рыночные условия не возникают спонтанно и обычно обусловлены влиянием ряда факторов, состав и специфика которых зависят не только от развития социально-экономических отношений в рамках определенной территории, а и обусловлены особенностями государственной политики. Так, в маркетинге территорий, как направлении социально-экономической политики, четко прослеживаются изменения потребностей общества в соответствии с ожиданиями и предпочтениями населения. Общеизвестно, что рыночные условия динамичны, находятся под влиянием различных факторов, которые являются актуальными всегда или в определенный период времени.

Подчеркнем, что трудно разработать исчерпывающий перечень факторов, влияющих на рыночные условия. К тому же в рамках нашего исследования данным факторам должен придаваться окрас исследуемой проблематики, а именно контекст маркетинга территорий, в

первую очередь его объектов. Обращают на себя внимание исследования (подчеркнем публикации [1–11]), в которых исследуемые факторы вполне обоснованно рассматриваются в разрезе социальной, экономической, административной и других видов государственных политик; внешней и внутренней среды предприятия, отрасли, рынка, национальной экономики; глобализационных процессов; институциональных изменений.

Учитывая вышесказанное, результаты анализа специальной экономической литературы, а также придерживаясь логики рассмотрения маркетинга территорий в качестве одного из направлений социально-экономической политики государства, целесообразно выделить экономико-организационные факторы и социально-политические факторы в разрезе других, указанных ранее учеными (речь идет о работах [1–11]). Такое деление обусловлено различным уровнем их влияния на процессы, протекающие в изменяющихся рыночных условиях.

Ключевой особенностью указанных факторов является их универсальность (или, другими словами, абсолютизация) в результате их влияния не только на рыночные условия, но и на особенности маркетинга определенной территории. Так, уровень жизни населения и его покупательная способность определяют состояние экономики и эффективность государственного управления, что непосредственно влияет на имидж территории и привлечение потенциальных инвесторов.

Следует также понимать, что целесообразно говорить о факторах прямого и непрямого (косвенного) влияния на формирование рыночных условий в рамках определенной территории. Именно факторы непрямого влияния формируют маркетинговую среду (объект маркетинга территорий) и чрезвычайно сложно трансформируются за счет влияния отдельных субъектов, а их сущность в большинстве случаев имеет социально-экономический характер. Другими словами, значительное количество факторов непрямого влияния существует практически независимо от деятельности субъектов хозяйственной деятельности и связано с социально-экономической политикой государства. Это, с одной стороны, в очередной раз подчеркивает логику нашего исследования, а с другой – свидетельствует о том, что подавляющее количество факторов внешней среды формируется в рамках глобализационных процессов и институциональных изменений.

При этом факторы прямого влияния непосредственно связаны с формированием имиджа территории и «неотделимы» от гармоничного социально-экономического развития. Такие факторы преимущественно формируются в пределах внутренней среды и имеют экстенсивный или интенсивный характер воздействия, при этом за счет многих из них создаются конкурентные преимущества не только территорий, но и субъектов хозяйственной деятельности. Так, например, предпочтения потребителей к отечественной продукции (ценники с надписью «Сделано в ДНР»), приверженность к определенной торговой марке (надписи «Знак качества» на продукции), лояльность к региональным торговым сетям («Первый Республиканский», «Геркулес-Moloko») – это только отдельные факторы, которые формируют индикаторы эффективности и последовательности социально-экономической политики государства.

Нельзя не обойти стороной значение и таких факторов, влияющих на формирование рыночных условий в рамках определенной территории, как численность населения и его реальные доходы, обуславливающие поведение покупателей и специфику платежеспособности юридических лиц. При этом платежеспособный спрос является одной из производных численности потенциальных покупателей и их доходов, а растущие требования выдвигают новые требования к государственной социально-экономической политике в целом. Указанные ранее факторы, отвечающие современным рыночным условиям, охватывают разные уровни социально-экономической политики государства и имеют разный характер влияния на маркетинг территорий.

Однако четко и однозначно определить характер влияния таких факторов достаточно трудно. Для этого, по нашему мнению, необходимо: сформулировать императивы маркетинга территорий (на мега-, макро-, мезо- и микроуровнях); выделить факторы, влияющие на

маркетинг территорий (исходя из соответствующего направления государственной социально-экономической политики, выделим социальные, экономические и политические факторы); условно разграничить влияние факторов (положительное, отрицательное) маркетинга территорий на процесс реализации социально-экономической политики государства.

Реализация вышесказанного схематично нашла свое отражение на рисунке 1 при определении императивов и факторов маркетинга территорий как направления государственной социально-экономической политики. Интерпретация логики рисунка 1 позволяет спрогнозировать дальнейшую реакцию субъектов маркетинга территорий на всех уровнях маркетинговой среды при положительном или отрицательном влиянии указанных факторов. В целом возможны три варианта реакций: адаптация инструментария маркетинга территорий к отрицательному влиянию социальных, экономических и политических факторов в случае невозможности полной нейтрализации последствий; формирование политики целенаправленного воздействия на факторы с целью минимизации проявлений их отрицательных последствий при мощи совершенствования инструментария маркетинга территорий; создание предпосылок перехода отрицательного влияния факторов к положительному и их поддержка на институциональном уровне (в том числе за счет разработки концепции развития маркетинга территорий).

В современных условиях стоит акцентировать внимание на том, что некоторые императивы и факторы маркетинга территорий неизбежно формируются в рамках «цифрового общества» (представляют интерес публикации, в которых обстоятельно рассматриваются траектории взаимосвязи цифрового общества и цифровой экономики в современных условиях [20–23]), которое характеризуется созданием «виртуального социума» потребителей товаров. В свою очередь, если монополии пытаются жестко контролировать рынки за счет любых методов, то «цифровое общество», наоборот, генерирует новые методы и подходы товарного обращения, которые имеют социоцентрический характер и сложно контролируются другими участниками сферы товарного обращения. Происходит «стирание границ» и формирование общественного мнения в цифровом пространстве с генерацией множества альтернатив. Сказанное может быть интерпретировано в плоскость нашего исследования при помощи тезиса: маркетинг территорий как направление социально-экономической политики предусматривает активное использование собственного инструментария, направленного на продвижение товара (территории) для нейтрализации отрицательного влияния факторов внешней и внутренней среды при достижении социального и экономического эффектов.

Учитывая то, что инструментарии маркетинга территорий еще будет уделено внимание в следующих исследованиях, сейчас целесообразно остановиться на понимании рычагов влияния на указанные ранее факторы. Среди таких рычагов выделим институциональные, организационно-экономические, инновационно-инвестиционные, финансово-кредитные, информационно-психологические.

Так, целью институциональных рычагов влияния на факторы маркетинга территорий является совершенствование системы его планирования и усиление финансовой и функциональной способности властных и предпринимательских структур. Логика таких рычагов предусматривает законодательное признание необходимости применения инструментария маркетинга территорий, утверждение единого и прозрачного механизма участия территориальных общин в их применении, реализации программных документов территориального развития и контроля за их выполнением.

Здесь важно подчеркнуть, что планирование маркетинга территорий как направления социально-экономической политики государства предполагает расширение возможностей общественных организаций и объединений, институтов гражданского общества, агентств регионального развития, местных бизнес-ассоциаций (институционализации представителей общин как юридических лиц), которое происходит посредством разработки методических рекомендаций, а также инструктивных материалов по нормативно-правовому обеспечению создания и деятельности указанных негосударственных социальных институтов.

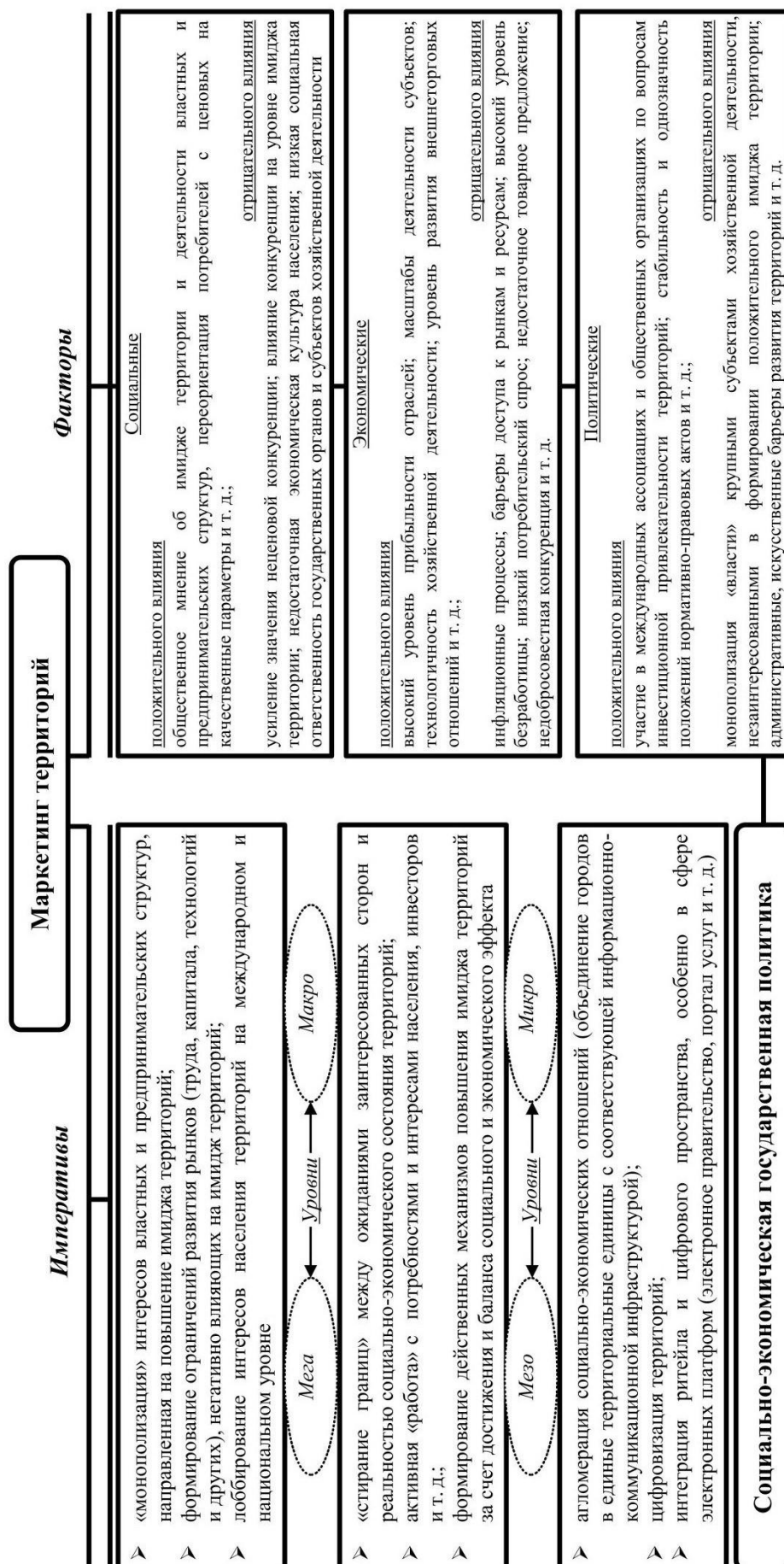


Рисунок 1 – Императивы и факторы маркетинга территорий как направления государственной социально-экономической политики (авторская разработка)

«Классическим» примером реализации институциональных рычагов маркетинга территорий может считаться разработка методических рекомендаций по стратегическому планированию, методологии оценки ресурсного потенциала и возможных направлений регионального развития. При этом первоочередное внимание должно уделяться формированию эффективного институционального механизма государственной поддержки инноваций в маркетинге территорий и касательных к нему направлений политики. Прежде всего это касается улучшения инвестиционного климата путем финансирования инфраструктурных социально-экономических проектов, что представляет особую актуальность для реалий Донецкой Народной Республики.

В дополнение к институциональным должны активно применяться организационно-экономические рычаги маркетинга территорий. Так, вполне очевидно, что развитие образовательного, медицинского, культурного, спортивного направлений государственной социально-экономической политики зависит от реализации комплекса организационных решений. Действенным здесь может стать применение механизмов государственно-частного партнерства с целью поиска финансово-инвестиционного обеспечения повышения имиджа территорий. Для этого необходимо совершенствование процедуры подготовки и реализации проектов государственно-частного партнерства.

Акцентируем внимание, что в рамках исключительно экономического рычага маркетинга территорий может реализовываться комплекс мероприятий, направленных на формирование и эффективное использование социального и интеллектуального капитала. При этом важным может стать реализация ряда учебно-образовательных проектов и программ повышения квалификации и обучения кадров, ориентированных на снижение уровня социальной апатии населения, особенно на прифронтовых территориях, включая стимулирование активизации местных инициатив по улучшению имиджа территорий.

При формировании четких путей реализации организационно-экономических рычагов маркетинга территорий следует понимать вектор их направленности на диверсификацию и многофункциональное развитие хозяйственных комплексов территорий путем наращивания мощностей туристической индустрии, сферы услуг, перерабатывающей и легкой промышленности, цифровых технологий.

Важными являются инновационно-инвестиционные рычаги маркетинга территорий, реализация которых ориентирована на привлечение бюджетных средств и финансовой поддержки со стороны международных организаций, в частности (применительно к отечественным условиям) – благотворительных фондов Российской Федерации. Цель данных рычагов – внедрение новых программ финансирования, направленных на развитие объектов социальной, коммунальной и инновационной инфраструктуры территорий.

Однако вопросы инвестиционной и ресурсной поддержки реализации программ территориального развития должны быть подкреплены финансово-кредитными рычагами. Так, реализация финансово-кредитных рычагов маркетинга территорий направлена на снижение налогового давления и повышение доступности кредитных ресурсов для субъектов хозяйствования, реализующих территориальные проекты.

В свою очередь, информационно-психологические рычаги маркетинга территорий должны применяться с целью обеспечения информационно-консультационной поддержки субъектов хозяйственной деятельности (в большей степени представителей индустрии гостеприимства). Это способствует минимизации проявлений оппортунистического поведения граждан и преодолению ряда дисфункций в работе институтов, которые определяют эффективность функционирования индустрии гостеприимства на основе роста качества их человеческого и социального капитала, а также способствует лучшему финансовому обеспечению и развитию инфраструктуры социальной сферы, позволяющей превратить государство в территорию, комфортную для проживания населения.

Вышесказанное нашло свое отражение в формировании векторов и акцентов социально-экономической политики в рамках композиционной модели маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях (рисунок 2).



Рисунок 2 – Композиционная модель маркетинга территорий как направления государственной социально-экономической политики в изменяющихся рыночных условиях (авторская разработка)

Согласно рисунку 2 реализация направлений социально-экономической политики, а именно маркетинга территорий, направлена на получение в конечном итоге экономического и/или социального эффекта вследствие применения специфических инструментов и рычагов влияния. Данная цепочка логических рассуждений и заключений в ходе исследования должна рассматриваться в качестве исходного пункта для разработки концепции развития маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях. При этом мы склонны полагать, что сама по себе указанная концепция, внимание на разработку которой будет направлено в следующих исследованиях, не может реализовываться без понимания предпосылок ее разработки и теоретико-эмпирической основы, а также обоснования необходимости и прогнозируемого эффекта. Другими словами, речь должна идти о формулировании системы воззрений на проблематику исследования или доктрины маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях (рисунок 3).

Главная идея	Маркетинг территорий как направление социально-экономической политики предусматривает активное использование собственного инструментария, направленного на продвижение товара (территории) для нейтрализации отрицательного влияния факторов внешней и внутренней среды при достижении социального и экономического эффектов	
Предпосылки разработки	Системная модернизация экономических систем на мега-, макро-, мезо-, микроуровнях, снижение конкурентоспособности отдельных территорий, нарушение хозяйственных связей, низкая эффективность взаимодействия властных и предпринимательских структур, несовершенство стратегических и тактических планов развития территорий и хозяйственной деятельности	
Теоретико-эмпирическая основа	Эволюция экономических теорий и взглядов на роль и значение территорий для устойчивого экономического развития, глобализация, смена технологических укладов, мировой опыт прогрессивных изменений, социально-экономических и интеллектуально-научных трансформаций, цифровизация общества и большинства экономических процессов на мега-, макро-, мезо-, микроуровнях	
Обоснование необходимости	Реализация потенциала территорий за счет внешних и внутренних факторов, повышение стабильности функционирования субъектов хозяйственной деятельности и их численности на территории, развитие механизмов государственно-частного партнерства и инвестирования, рост инновационной активности индустрии гостеприимства, снижение диспропорций в развитии территорий	
Методологические ориентиры	Теоретические	Практические
	Доминанты, императивы, категории	Рычаги, инструменты, методики
	Принципы, функции управления, функции субъектов, структурные и композиционные модели	
Эффект от реализации	Экономический	Социальный
	<ul style="list-style-type: none">– повышение конкурентоспособности территорий;– расширение межотраслевых территориальных хозяйственных связей;– наращивание экспортного потенциала территорий;– рост инвестиционной активности субъектов хозяйственной деятельности и т. д.	<ul style="list-style-type: none">– рост имиджа территорий;– развитие человеческого и социального капитала территорий;– усиление степени удовлетворения потребностей населения и субъектов хозяйственной деятельности территорий;– расширение социальных и инфраструктурных возможностей территорий и т. д.

Рисунок 3 – Доктрина маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях (авторская разработка)

Однако реализация доктрины маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях и указанных моделей должна происходить за счет изменений в системе государственного управления, условиями которых являются:

1) рост финансово-экономической эффективности на всех уровнях маркетинговой среды (мега-, макро-, мезо-, микро-);

2) социальная стабильность и безопасность формирования и эффективного использования интеллектуально-кадрового потенциала территорий;

3) законодательное признание необходимости применения инструментария маркетинга территорий, утверждение единого и прозрачного механизма участия территориальных общин в их применении, реализации программных документов территориального развития и контроля за их выполнением;

4) совершенствование инвестиционного климата путем финансирования инфраструктурных социально-экономических проектов;

5) повышение инновационно-технологической активности, цифровизации и информатизации внутренних и внешних процессов властных и предпринимательских структур.

Взаимосвязь основных элементов доктрины маркетинга территорий обеспечивает постоянное совершенствование его рычагов и инструментов в изменяющихся рыночных условиях, стимулирует проведение структурных изменений и институциональных реформ, направленных на повышение государственной социально-экономической политики.

Выводы

В ходе исследования логики и природы изменяющихся рыночных условий определены возможные варианты их негативного развития, приводящие к возникновению кризисных явлений, кризисных ситуаций и их перерастанию в системный кризис. Рассмотрение совокупности факторов (от экономико-организационных до экстенсивных), влияющих на формирование современных рыночных условий в рамках определенной территории, позволило разработать соответствующую матрицу. Результаты ее интерпретации были положены в основу разработки композиционной модели маркетинга территорий как направления государственной социально-экономической политики в изменяющихся рыночных условиях с присущими ей векторами, акцентами, рычагами и инструментами. Следствием последовательных умозаключений стала разработка доктрины маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях, реализация которой направлена на получение экономических и социальных результатов.

Список литературы

1. Терёхин, М. Т. Условия рыночного равновесия / М. Т. Терёхин // Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. – 2011. – № 4(33). – С. 167–177.
2. Мних, О. Б. Факторне середовище диверсифікації розвитку енергетичних підприємств у ринкових умовах / О. Б. Мних, О. К. Савченко // Бізнес Інформ. – 2020. – № 1. – С. 149–155.
3. Рустамова, С. С. Факторы экономического воздействия на развитие бизнеса в условиях рыночной конкуренции / С. С. Рустамова // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. – 2017. – № 3(63). – С. 38–41.
4. Фролова, И. В. Факторы и специфика рыночного поведения российских компаний в условиях экономического кризиса / И. В. Фролова, М. А. Погосян // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2016. – № 2. – С. 102–109.
5. Синяк, О. В. Формирование конкурентной среды как одно из условий функционирования рыночной экономики / О. В. Синяк // Кронос. – 2020. – № 6(44). – С. 36–37.
6. Зайнутдинов, Ш. Н. Устойчивость – главный фактор экономического роста / Ш. Н. Зайнутдинов, У. М. Мадрахимов // Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т. 6, № 8. – С. 157–164.
7. Дуболазова, Ю. А. Выявление зависимости активности на рынке слияний и поглощений от политических и экономических факторов / Ю. А. Дуболазова, Ю. А. Фёдорова, Д. В. Овсянко // Инновации и инвестиции. – 2020. – № 9. – С. 192–197.
8. Гнездилов, Ю. В. Потребительский рынок и преступления на потребительском рынке как факторы экономической безопасности: понятия и классификация / Ю. В. Гнездилов, А. Н. Литвиненко // Известия СПбГЭУ. – 2020. – № 1(121). – С. 54–57.

9. Шокиров, Р. С. Институциональные факторы экономического роста в аграрном секторе экономики / Р. С. Шокиров // Вестник ТГУПБП. – 2020. – № 1(82). – С. 5–14.
10. Беленко, О. Ф. Брендинг в системе маркетинга территорий / О. Ф. Беленко, С. А. Пиханова // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. – 2019. – № 3(101). – С. 90–95.
11. Романько, И. Е. Маркетинг территорий как фактор модернизации экономики и формирования благоприятного имиджа территории / И. Е. Романько // Социально-гуманитарные знания. – 2019. – № 12. – С. 113–121.
12. Четыркина, Н. Ю. Генезис и соотношение понятий риска и неопределенности / Н. Ю. Четыркина, Я. А. Васильева // Петербургский экономический журнал. – 2020. – № 2. – С. 37–45.
13. Николаенко, В. С. Риск, риск-менеджмент и неопределенность: уточнение понятий / В. С. Николаенко // Государственное управление. Электронный вестник. – 2020. – № 81. – С. 91–119.
14. Мягков, И. И. Риск принятия решения в условиях неопределенности: особенности проявления / И. И. Мягков, И. Г. Салимьянова // Известия СПбГЭУ. – 2020. – № 5(125). – С. 158–162.
15. Молодецкая, С. Ф. Формирование методик поддержки принятия решений в условиях неопределенности / С. Ф. Молодецкая // Вопросы управления. – 2020. – № 4(65). – С. 102–114.
16. Фадеев, И. В. Стратегическое управление предприятием в условиях риска неопределенности (на примере пандемии коронавируса) / И. В. Фадеев // E-Scio. – 2020. – № 9(48). – С. 299–308.
17. Скрыль, Т. В. Территории опережающего развития: новые возможности для бизнеса или инвестиции в неопределенность / Т. В. Скрыль // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 7(62). – С. 115–124.
18. Орлов, А. С. Неопределенность правовой природы государственной территории как фактор международных территориальных конфликтов / А. С. Орлов // Вестник Удмуртского университета. Серия: Экономика и право. – 2007. – № 6. – С. 99–108.
19. Влияние фактора неопределенности на разработку и реализацию современных российских мегапроектов / И. В. Митрофанова, А. Б. Тлисов, А. Н. Жуков, Л. М. Шавтикова // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. – Экология. – 2016. – № 3(36). – С. 107–119.
20. Шестакова, И. Г. Онтологические основания экономики в цифровом обществе / И. Г. Шестакова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2016. – № 2. – С. 48–55.
21. Евсюков, В. В. Цифровая экономика – новый этап информатизации общества / В. В. Евсюков, А. И. Пышный // Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки. – 2018. – № 4–1. – С. 11–19.
22. Марьясов, К. В. Правовые риски перехода к цифровому обществу и цифровой экономике в условиях современной России / К. В. Марьясов // Юридическая техника. – 2019. – № 13. – С. 726–731.
23. Кузовкова, Т. А. Методические основы и результаты интегральной оценки цифрового развития экономики и общества / Т. А. Кузовкова, Т. Ю. Салютина, Е. Г. Кухаренко // Век качества. – 2019. – № 3. – С. 106–122.

В. Н. Антонов

**ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк**

**Изменяющиеся рыночные условия как предпосылка современной
доктрины маркетинга территорий**

В современных динамично изменяющихся рыночных условиях процесс формирования имиджа территорий неизбежно сопровождается неопределенностью и нестабильностью как факторов среды, так и планируемых результатов от реализации инструментария маркетинга. Кроме того, правомерно полагать, что изменяющиеся рыночные условия связаны преимущественно с негативным влиянием факторов внутренней и внешней среды, что проявляется в возникновении кризисов (кризисных ситуаций) и неопределенности при принятии управленческих решений на всех уровнях экономической системы. Сказанное свидетельствует не только о необходимости композиционной модели системы маркетинга территорий, которая постоянно находится под влиянием ряда факторов и сил, но и подчеркивает потребность в разработке соответствующей доктрины.

В ходе исследования логики и природы изменяющихся рыночных условий определены возможные варианты их негативного развития, приводящие к возникновению кризисных явлений, кризисных ситуаций и их перерастанию в системный кризис. Рассмотрение совокупности факторов (от экономико-организационных до экстенсивных), влияющих на формирование современных рыночных условий в рамках определенной территории, позволило разработать соответствующую матрицу. Результаты ее интерпретации были положены в основу разработки композиционной модели маркетинга территорий как направления государственной социально-экономической политики в изменяющихся рыночных условиях с присущими ей векторами, акцентами, рычагами и инструментами. Следствием последовательных умозаключений стала разработка доктрины маркетинга территорий в изменяющихся рыночных условиях, реализация которой направлена на получение экономических и социальных результатов.

**МАРКЕТИНГ ТЕРРИТОРИЙ, РЫНОЧНЫЕ УСЛОВИЯ, ИЗМЕНЯЮЩИЕСЯ УСЛОВИЯ, РЫЧАГИ
МАРКЕТИНГА ТЕРРИТОРИЙ, ФАКТОРЫ МАРКЕТИНГА ТЕРРИТОРИЙ**

V. N. Antonov

*Donetsk National University of Economics and Trade
named after Mikhail Tugan-Baranovskiy, Donetsk*

Changing Market Conditions as a Prerequisite of the Territory Marketing Modern Doctrine

In modern dynamically changing market conditions, the process of forming the image of territories is inevitably accompanied by the uncertainty and instability of both environmental factors and the planned results from the implementation of marketing tools. In addition, it is rightful to believe that changing market conditions are associated mainly with the negative influence of factors of the internal and external environment, what is manifested in the emergence of crises (crisis situations) and uncertainty in making managerial decisions at all levels of the economic system. The foregoing indicates not only the need for a compositional model of the territory marketing system, which is constantly influenced by a number of factors and forces, but also emphasizes the need to develop the appropriate doctrine.

In the course of studying the logic and nature of changing market conditions, possible variants of their negative development, leading to the emergence of crisis phenomena, crisis situations and their development into a systemic crisis are identified. The consideration of the factors totality (from economic and organizational to extensive), influencing the formation of modern market conditions within a certain territory, made it possible to develop the appropriate matrix. The results of its interpretation served as the basis for the development of the compositional model of the territories marketing as a direction of the state socio-economic policy in changing market conditions with its inherent vectors, accents, levers and tools. The result of consistent inferences is the doctrine development of marketing territories in changing market conditions, the implementation of which is aimed at obtaining economic and social results.

TERRITORY MARKETING, MARKET CONDITIONS, CHANGING CONDITIONS, TERRITORY MARKETING LEVERS, TERRITORY MARKETING FACTORS

Сведения об авторе:

В. Н. Антонов

SPIN-код: 2131-5244

Статья поступила 28.12.2020

© В. Н. Антонов, 2021

Рецензент: Н. А. Селезнёва, канд. экон. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

Е. В. Савельева, канд. экон. наук, А. А. Прядко

ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк

РОЛЬ ПАБЛИК РИЛЕЙШНЗ В ФОРМИРОВАНИИ БЛАГОПРИЯТНОГО HR-БРЕНДА ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНКЕ ТРУДА

Рассмотрена роль паблик рилейшнз в деятельности предприятия, а также его сущность в отношении формирования HR-бренда. Проанализированы основные преимущества PR в формировании HR-бренда. Дано определение понятию «паблик рилейшнз в формировании HR-бренда». Проведена оценка потенциала к развитию PR-деятельности в формировании HR-бренда отечественных предприятий.

Ключевые слова: паблик рилейшнз, HR-бренд, PR-инструмент, конкурентоспособность, кадровый потенциал

Введение

В современных реалиях роль поддержания предприятием связей с общественностью крайне важна. Для завоевания конкурентных преимуществ необходимо поддерживать коммуникации не только с потребителями, СМИ, государственными структурами, но и с потенциальными работниками. Особенно остро данный вопрос стоит именно сейчас, так как исследователи отмечают насыщение рынка труда и недостаток квалифицированных кадров, что обуславливает сложности в долгосрочном прогнозе по найму персонала. Поэтому предприятию очень важно заблаговременно создать и подкреплять позитивный HR-бренд на рынке труда с применением PR-кампаний.

Обзор литературных источников

Вопросами рассмотрения роли паблик рилейшнз (PR) в системе формирования позитивного имиджа предприятия занимались как зарубежные, так и отечественные исследователи: С. Берроу [1], Т. Эмблер [1], Э. Бернейс [2], Д. Г. Кучеров [3], Е. В. Савельева [4], М. Р. Душкина [5] и другие. Однако аспекты формирования благоприятного HR-бренда предприятия на рынке труда с применением инструментов PR рассмотрены в недостаточной мере, что и обуславливает актуальность развития данной темы.

Целью работы является обобщение научных подходов и теоретических исследований по управлению PR-активностью предприятия; определение роли паблик рилейшнз в формировании HR-бренда на рынке труда и оценка потенциала использования PR-инструментов предприятиями в современных условиях.

Основная часть

Позитивный имидж предприятия на рынке труда заблаговременно стал условием формирования устойчивых конкурентных преимуществ. Термин «HR-бренд» был введен в научный обиход С. Берроу и Т. Эмблер [1]. Согласно их разработкам HR-бренд – долгосрочная стратегия управления восприятием и отношением к предприятию со стороны персонала, потенциальных работников на основании предоставления функциональных, экономических и психологических преимуществ, гарантированных рабочим местом [1].

Формируя свой бренд, работодатель обязан акцентировать внимание на четырех основных аспектах, способных привлечь внимание работника:

- имидж и репутация на рынке;

- пакет компенсаций и стимулов в их различных формах, включая условия труда, бонусы, дополнительные выплаты и т. д.;
- содержание работы, служебные обязанности, характер отношений с коллегами и руководством;
- возможности обучения и развития [4].

Современный работник, прежде чем заполнить резюме, стремится овладеть наиболее полной информацией о вакантной должности, снизить вероятность непредвиденных условий и обстоятельств на новом рабочем месте. Именно поэтому предприятиям очень важно применять PR-инструменты в поиске кандидатов, ведь чем больше информации будет предоставлено, тем более прозрачным будет представляться отношение работодателя к своему персоналу. Например, известные компании, стремясь подтвердить свой HR-бренд, ведут борьбу за попадание в самые известные рейтинги: журнал «Fortune», «Лучшие работодатели» (Best Employers), фонд корпоративных исследований (во Франции и Великобритании) и т. д. Попадание в такие рейтинги не только дает сигнал о благоприятных условиях труда, но и является гарантией того, что компания будет придерживаться надлежащих практик. Как результат, она будет иметь более низкую текучесть кадров и более высокую производительность труда, а ее сотрудники легче будут воспринимать изменения и активнее поддерживать инновации.

Поэтому паблик рилейшнз в формировании HR-бренда необходимо рассматривать как систему взаимосвязанных коммуникаций, направленных на создание, адаптацию и внедрение стабильных отношений между персоналом, потенциальными работниками и работодателем.

Современный подход раскрывает сущность паблик рилейшнз как инструмент убеждения и пропаганды, а также формирования двустороннего обещания и отношений (Эдвард Л. Бернейс). Актуальным является взаимодополнение и комплексный подход. В формировании HR-бренда превалирует двунаправленная концепция PR, предусматривающая информационный обмен, взаимодействие и взаимопонимание сторон как во внешней, так и во внутренней среде [2].

PR в формировании HR-бренда на рынке труда предусматривает использование широкого спектра инструментов, наиболее привлекательными из которых являются:

- тематические конференции (в отношении работников со стажем работы, способных анализировать бизнес-процессы, осознавать успешность приведенных примеров);
- дни открытых дверей (в отношении выпускников с целью ознакомления со спецификой работы предприятия; в отношении кандидатов, прошедших предварительный отбор – экскурсии по рабочим местам, производству, заслушивание докладов);
- дни карьеры и ярмарки вакансий.

Задача PR-менеджера в формировании благоприятных внутренних коммуникаций – выбрать такие формы обращения, которые удовлетворяют интересы конкретных групп сотрудников и обеспечивают согласование интересов руководителей и подчиненных. Очень важно отметить, что внутрифирменный обмен информации, как по вертикали, так и по горизонтали, прямо влияет на взаимодействие с внешней средой и может осуществляться с помощью доски объявлений, внутрифирменной телефонной линии, внутрифирменного сайта и т. п. [3].

Масштабы и сила PR-коммуникаций как на товарном рынке, так и на рынке труда зависят от доли рынка предприятия: чем больше хозяйствующий субъект, тем больше усилий и ресурсов необходимо применить в целях привлечения либо потенциального клиента, либо работника. Как правило, средние и крупные по численности персонала предприятия ассоциируются у кандидата с большим уровнем обязанностей и ответственности, что и обуславливает необходимость поиска квалифицированных кадров, формирования кадрового резерва и усиления потенциала.

Функции управления PR-активностью в формировании HR-бренда могут быть интегрированы в кадровую службу, если не предполагается наличие отдельной PR-службы на предприятии, либо могут быть отдельным направлением службы по связям с общественно-

стью на крупном предприятии. Также стратегия PR-коммуникаций должна исходить из бизнес-стратегии предприятия и кадровой стратегии.

Анализ практики зарубежных предприятий в сфере управления PR-активностью в формировании HR-бренда позволяет выделить ряд преимуществ:

- удовлетворение персонала существующими кадровыми технологиями;
- обеспечение конкурентных преимуществ во внешней среде (особенно за счет неформальных информационных потоков);
- повышение социального капитала предприятия в бизнес-среде, повышение стоимости всех активов, включая HR (потенциал, компетенции, лояльность, вовлеченность сотрудников и т. д.);
- увеличение возможностей предприятия поддерживать позитивный бренд и развивать его [5].

Что касается практики деятельности отечественных предприятий, PR-коммуникации в формировании HR-бренда находятся на стадии своего становления. Отечественные руководители характеризуются консервативным мышлением к управлению, рассматривают персонал как инструмент получения прибыли, осуществляют реактивную кадровую политику, рассчитывают на краткосрочную занятость, а также акцентируют внимание на PR-коммуникациях с конечным потребителем. Исключением являются, как правило, представительства и филиалы международных фирм, транснациональные компании и т. д.

Что касается практики предприятий Донецкой Народной Республики в области применения PR-коммуникаций как в отношении работников, так и в отношении других контактных аудиторий, можно выделить ряд недостатков:

- отсутствие высококвалифицированных работников в сфере публичных релейшнз;
- отсутствие связи PR-деятельности с бизнес-стратегией предприятия;
- несистематическое использование PR-мероприятий, тактический подход к их планированию;
- ограниченный спектр инструментов PR в связи с деформированной структурой потребления населения и т. д.;
- слабая реакция на PR-кампании со стороны потребителей, что не оправдывает вложений в связи с отсутствием предварительных маркетинговых исследований [6].

Однако, невзирая на существующие недостатки, ряд предприятий ДНР имеет явный потенциал к развитию PR-деятельности в формировании HR-бренда. В связи с этим целесообразно оценить данный потенциал.

В качестве объектов оценки выступают 4 торговых предприятия Донецкой Народной Республики:

- 1) гипермаркет «Сигма Ленд»;
- 2) сеть магазинов «Геркулес-МОЛОКО»;
- 3) супермаркет «ПАРУС»;
- 4) гипермаркет «Караван».

Это крупные торговые предприятия, реализовывающие широкий спектр продовольственных и непродовольственных товаров. Предприятия с большим штатом сотрудников широко известны на рынке труда Республики, их менеджеры регулярно размещают информацию о поиске кандидатов на вакантные должности, создавая тем самым рабочие места и понижая уровень безработицы.

За время их функционирования на территории ДНР у потенциальных работников сложилось определенное впечатление о работодателях, а также был сформирован устойчивый HR-бренд предприятий на рынке труда. Данный аспект требует систематического мониторинга как ключевого фактора в обеспечении эффективного стратегического управления персоналом в частности и предприятий в целом, а также применения PR-инструментов.

Оценку потенциала применения публичных релейшнз в формировании благоприятного HR-бренда перечисленных торговых предприятий проведем на основании показателей «доля рынка» и «уровень потенциала использования PR-инструментов на рынке труда». В целях получения информации об уровне потенциала использования PR-инструментов на рынке труда было проведено анкетирование менеджеров по элементам ресурсного обеспечения персонала, возможностей, развития и использования персонала, по итогам была рассчитана средневзвешенная оценка.

Так, уровень использования ресурсов для реализации PR-мероприятий на рынке труда показал следующее:

- менее обеспеченным является гипермаркет «Сигма Ленд» (2,86 балла): своего развития требуют инновационные и маркетинговые аспекты, также необходимо усилить остальные факторы, обуславливающие эффективность PR-мероприятий на рынке труда;
- умеренным уровнем обладает супермаркет «ПАРУС» (3 балла): необходимо развивать маркетинговые и инновационные ресурсы, усилить работу с персоналом, оптимизировать систему управления, наладить коммуникации;
- достаточным уровнем обладает гипермаркет «Караван» (3,77 баллов): хорошо налажено материально-техническое и коммуникационное обеспечение, управление предприятием и персоналом четко координируется, распределение средств осуществляется с учетом возможностей и потребностей предприятия, однако существует необходимость развития инновационных аспектов;
- высоким уровнем обладает сеть супермаркетов «Геркулес-МОЛОКО» (4,62 балла): большинство факторов были оценены положительно, однако требуется снижение текучести кадров и оптимизация системы управления персоналом (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка уровня использования ресурсов для реализации PR-мероприятий на рынке труда*

Элемент	Фактор	Значение в формировании успеха	«Сигма Ленд»		«Геркулес-МОЛОКО»		«ПАРУС»		«Караван»	
			Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка
Ресурсы	HR-ресурсы	0,13	3	0,39	4	0,52	3	0,39	4	0,52
	Финансовые ресурсы	0,12	3	0,36	5	0,60	3	0,36	4	0,48
	Мат.-техн. ресурсы	0,07	4	0,28	5	0,35	4	0,28	5	0,35
	Информ. ресурсы	0,15	3	0,45	4	0,60	3	0,45	5	0,75
	Маркетинговые ресурсы	0,08	2	0,16	5	0,40	2	0,16	4	0,32
	Орг. структура управления	0,06	3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24
	Орг. культура	0,08	3	0,24	4	0,32	3	0,24	4	0,32
	Инновационные ресурсы	0,13	2	0,26	3	0,39	2	0,26	3	0,39
	Управленческие ресурсы	0,10	3	0,3	4	0,4	3	0,3	4	0,4
	Технологические ресурсы	0,08	3	0,24	5	0,40	4	0,32	4	0,32
Итого		1,00		2,86		4,62		3,00		3,77

*Шкала оценки: 1–2,5 – низкий потенциал использования PR-инструментов на рынке труда; 2,51–3,5 – умеренный потенциал использования PR-инструментов на рынке труда; 3,51–4,5 – достаточный потенциал использования PR-инструментов на рынке труда; 4,51–5,0 – высокий потенциал использования PR-инструментов на рынке труда.

Результаты оценки потенциала возможностей для реализации PR-мероприятий на рынке труда свидетельствуют о том, что:

– наиболее слабые позиции отмечаются у супермаркета «Сигма Ленд» (2,79 балла): замедленная реакция на изменения во внешней среде, исследование рынка имеет эпизодический характер, слабая активность во взаимодействии с контактными аудиториями;

– умеренными позициями характеризуется супермаркет «ПАРУС» (3,47 балла): ресурсная база изменяется в соответствии с изменениями во внешней среде за счет налаженных внутренних коммуникаций, однако внешнее взаимодействие требует своего совершенствования и развития маркетингового HR-поведения;

– достаточными возможностями обладают «Караван» и «Геркулес-МОЛОКО» (3,86 балла и 4,18 балла): наряду с большим количеством положительных факторов требуется усиление HR-бренда и развитие соответствующих компетенций у менеджеров (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка потенциала возможностей для реализации PR-мероприятий на рынке труда

Элемент	Фактор	Значение в формировании успеха	«Сигма Ленд»		«Геркулес-МОЛОКО»		«ПАРУС»		«Караван»	
			Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка
Возможности	Развитие ресурс. базы	0,10	3	0,30	5	0,5	4	0,40	4	0,40
	Трансформация ресурсов	0,09	3	0,27	4	0,36	3	0,27	4	0,36
	Реагирование на изменения	0,10	2	0,2	4	0,4	4	0,40	4	0,40
	Внешние коммуник.	0,10	3	0,30	5	0,5	3	0,30	4	0,40
	Внутренние коммуник.	0,10	4	0,4	5	0,5	4	0,4	5	0,5
	Совершенств. HR-потенц.	0,09	2	0,18	4	0,36	4	0,36	4	0,36
	Развитие HR-бренда	0,11	3	0,33	4	0,44	4	0,44	4	0,44
	Маркет. поведение	0,10	3	0,3	4	0,4	3	0,30	4	0,40
	Развитие компетенций	0,09	3	0,27	4	0,32	4	0,36	4	0,36
	Соверш. ср-в PR	0,08	3	0,24	5	0,40	3	0,24	3	0,24
Итого		1,00		2,79		4,18		3,47		3,86

Оценка потенциала развития и использования PR-инструментов на рынке труда указывает на:

– умеренную позицию гипермаркета «Сигма Ленд» (2,65 балла), которая обусловлена эпизодическим мониторингом сильных и слабых сторон предприятия, а также возможностей и угроз со стороны внешнего окружения;

– умеренную позицию супермаркета «ПАРУС» и «Караван» (3,38 балла и 3,37 балла соответственно): осуществляется регулярный мониторинг рынка труда, привлечение персонала осуществляется на основании идентификации потребностей предприятия, невзирая на преимущества, требуется необходимость развития у менеджеров соответствующих компетенций в области поддержания и развития HR-бренда на рынке труда;

– достаточный потенциал сети супермаркетов «Геркулес-МОЛОКО» (4,3 балла): все факторы были оценены положительно, поэтому для повышения эффективности PR-коммуникаций на рынке труда необходимо развивать компетенции менеджеров, стимулировать их к саморазвитию, креативному и инновационному мышлению, предоставлять возможности для эффективного общения (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка потенциала развития и использования PR-инструментов на рынке труда

Элемент	Фактор	Значение в формировании успеха	«Сигма Ленд»		«Геркулес-МОЛОКО»		«ПАРУС»		«Караван»	
			Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка	Степ. исп., балл	Взвешенная оценка
Развитие и использование PR	Соврем. PR-мышление	0,11	3	0,33	4	0,44	3	0,33	3	0,33
	Знание рынка труда	0,12	4	0,48	5	0,60	4	0,48	3	0,36
	Знание + и - своих активов	0,13	2	0,26	4	0,52	3	0,39	4	0,52
	Умение управлять PR-активами	0,12	3	0,36	4	0,48	3	0,36	3	0,36
	Умение применять маркет. методы	0,08	2	0,16	4	0,32	3	0,24	3	0,24
	Знание потребностей аудиторий	0,06	3	0,12	4	0,24	4	0,24	4	0,24
	Умение устан. партнерские отношения	0,06	3	0,18	5	0,30	3	0,18	4	0,24
	Способность формиров. имидж на рынке труда	0,12	3	0,36	5	0,60	3	0,36	4	0,48
	Умение реализ. компетенции	0,09	2	0,18	4	0,36	4	0,36	3	0,27
	Мобильность персонала	0,11	2	0,22	4	0,44	4	0,44	3	0,33
Итого		1,00		2,65		4,30		3,38		3,37
Интегральная оценка по всем группам факторов				2,27	4,37		3,28		3,67	

Таким образом, для гипермаркета «Сигма Ленд» характерен умеренный уровень потенциала использования PR-инструментов на рынке труда (2,27 балла). Для сети магазинов «Геркулес-МОЛОКО» – достаточно высокий (4,37 балла). Для супермаркета «ПАРУС» – умеренный (3,28 баллов). Для гипермаркета «Караван» – достаточный (3,67 балла).

По результатам и данным о доле рынка построим матрицу идентификации потенциала использования PR-инструментов на рынке труда (рисунок 1).

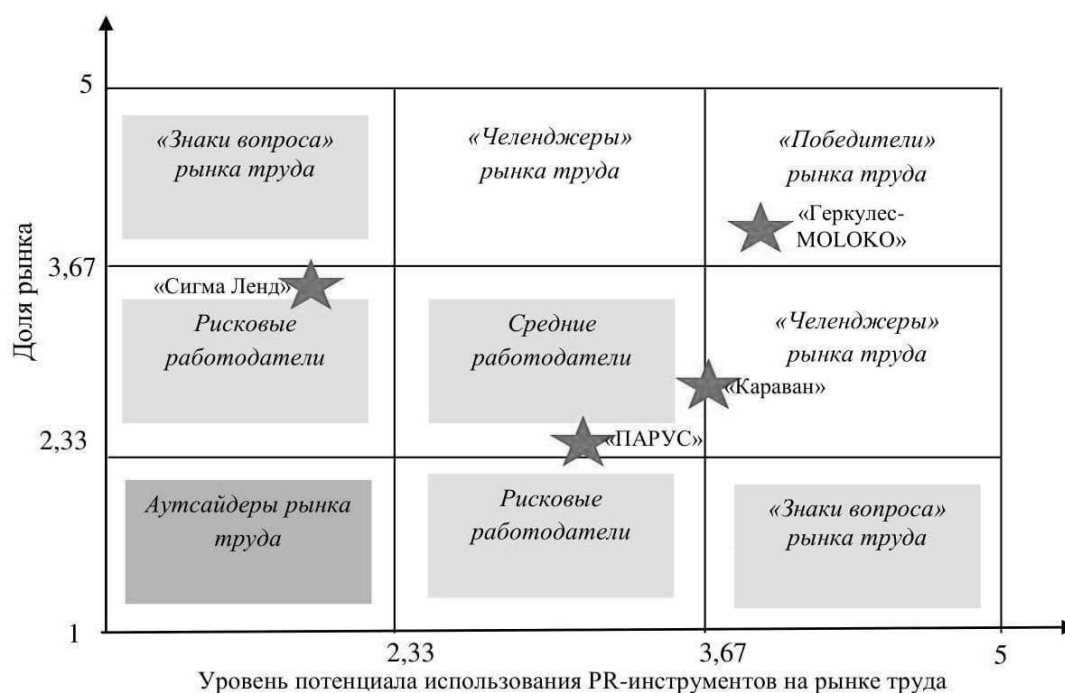


Рисунок 1 – Матрица идентификации потенциала использования PR-инструментов на рынке труда

По результатам построения матрицы идентификации потенциала использования PR-инструментов на рынке труда можно сделать следующие выводы:

1) гипермаркет «Сигма Ленд» и супермаркет «ПАРУС» являются рискованными работодателями: элементы потенциала реализуются на уровне ниже среднего, HR-бренд развит слабо, что свидетельствует о неразвитости у топ-менеджеров понимания «стратегический менеджмент». Таким предприятиям стоит рекомендовать стратегию идентификации слабых сторон и их ликвидации;

2) гипермаркет «Караван» осуществляет переход от «средних» работодателей к «челенджерам» рынка труда: менеджеры имеют представление об аспектах формирования HR-потенциала и применения PR-инструментов, применяют их. Однако в большей степени факторы формируются изолировано друг от друга. В качестве инструмента преодоления стоит рассматривать стратегию интеграции факторов успеха на рынке труда;

3) сеть магазинов «Геркулес-МОЛОКО» относится к «победителям» рынка труда: все элементы относительно интегрированы, модифицируются согласно изменениям в макро- и микросреде предприятия, поэтому рекомендуется развитие стратегических аспектов в развитии HR-бренда с применением PR-инструментов.

Заключение

Таким образом, HR-брендинг является относительно новой деятельностью в сфере управления предприятием и конкурентоспособностью. Важнейшим шагом в этом аспекте является осознание необходимости применения публичных релейшнз в формировании, поддержании и развитии внутреннего и внешнего позитивного HR-бренда. Необходимость стратегического планирования по установлению связей с общественностью позволит детализировать имеющуюся информацию, определиться с главными целями, задачами и направлениями развития PR, учитывая план развития предприятия в целом, после чего разработать определенный алгоритм управления PR-деятельностью.

Список литературы

1. Ambler T. The Employer Brand / T. Ambler, S. Barrow // The Journal of Brand Management. – 1996. – Vol. 4. – P. 185–206.
2. Бернейс, Э. Пропаганда / Э. Бернейс. – Москва : Hippo Publishing LTD, 2010. – 176 с. – ISBN 978-5-98999-019-1.
3. Кучеров, Д. Г. Бренд работодателя в системе управления человеческими ресурсами организации : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (менеджмент, маркетинг)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Д. Т. Кучеров. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2012 – 34 с. – Место защиты: СПбГУ.
4. Савельева, Е. В. Характеристики и свойства имиджа : Characteristics and properties of image / Е. В. Савельева // Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности : материалы VI международной научно-практической Интернет-конференции, 28 февраля 2017 г. – Донецк : ДонНУЭТ, 2017. – С. 159–164.
5. Душкина, М. Р. Психология влияния в социальных коммуникациях: психологическое воздействие – методы и технологии : монография / М. Р. Душкина. – Москва : Юрайт, 2019. – 213 с. – ISBN 978-5-534-12739-3.
6. Прядко, А. А. 4-D BRANDING как инструмент формирования доверия / А. А. Прядко, У. В. Косенко // Управление в условиях глобальных мировых трансформаций: экономика, политика, право : сборник научных трудов. – Симферополь : ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», 2018. – С. 330–333.

Е. В. Савельева, А. А. Прядко

**ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк**

Роль паблик рилейшнз в формировании благоприятного HR-бренда предприятия на рынке труда

Исследованы вопросы управления паблик рилейшнз (PR) в создании позитивного имиджа предприятия на рынке труда (HR-бренда).

Рыночные условия функционирования предприятия обуславливают недостаток квалифицированных кадров, сложности в долгосрочном найме, а также высокую конкуренцию на рынке труда. Данные факторы обуславливают необходимость заблаговременного создания и поддержания позитивного HR-бренда на рынке труда с применением PR-кампаний с целью привлечения, закрепления и удержания профессионалов.

Рассмотрены точки зрения зарубежных и отечественных исследователей относительно роли паблик рилейшнз в системе формирования позитивного имиджа предприятия.

При изложении теоретических аспектов акцентировано внимание на формулировке определения, целей и задач HR-бренда предприятия на рынке труда, а также на зарубежном опыте применения PR-инструментов в процессе привлечения и удержания потенциальных работников. Установлено, что целью паблик рилейшнз в управлении брендом предприятия-работодателя является формирование взаимовыгодных отношений на принципах маркетинга.

В исследовательской части приведена и апробирована методика идентификации потенциала использования PR-инструментов на рынке труда Донецкой Народной Республики на примере 4-х крупных торговых объектов. Основой оценки стали показатели потенциала возможностей для реализации PR-мероприятий и потенциала развития и использования PR-инструментов. Приведенная методика позволила оценить и сопоставить возможности относительно применения паблик рилейшнз в управлении HR-брендом на рынке труда с учетом доли рынка предприятия.

Авторы подтверждают целесообразность применения паблик рилейшнз в формировании позитивного бренда предприятия-работодателя, как важного инструмента управления конкурентоспособностью.

ПАБЛИК РИЛЕЙШНЗ, HR-БРЕНД, PR-ИНСТРУМЕНТ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

E. V. Saveleva, A. A. Priadko
Donetsk National University of Economics and Trade
Named After Mikhail Tugan-Baranovskiy, Donetsk
**Public Relations Role in the Formation of the Enterprise Favourable HR-brand
in the Labour Market**

The issues of the public relations (PR) management in creating a positive image of an enterprise in the labour market (HR-brand) are investigated.

The market conditions of the enterprise functioning determine the lack of the qualified personnel, difficulties in the long-term recruitment, as well as the high competition in the labour market. These factors determine the need to create and maintain a positive HR brand in the labour market in advance using PR campaigns in order to attract, consolidate and retain professionals.

The points of view of foreign and domestic researchers regarding the role of the public relations in the system of forming an enterprise positive image are considered.

In presenting theoretical aspects, the attention is focused on the formulation of the definition, goals and objectives of the enterprise HR brand in the labour market, as well as on the foreign experience of using PR tools in the process of attracting and retaining potential employees. It is established that the goal of public relations in managing the employer brand is to form mutually beneficial relationships based on the marketing principles.

In the research part, the methodology for identifying the potential of using PR-tools in the labour market of the Donetsk People's Republic on the example of 4 large shopping facilities is presented and tested. The assessment was based on the indicators of the potential opportunities for the implementation of the PR-activities and the development potential and the use of the PR-tools. The given methodology made it possible to assess and compare the possibilities of the public relations use in the HR brand management in the labour market, taking into account the company's market share.

The authors confirm the expediency of the public relations use in the positive brand formation of the enterprise-employer, as an important tool for the competitiveness management.

PUBLIC RELATIONS, HR-BRAND, PR-TOOL, COMPETITIVENESS, PERSONNEL POTENTIAL

Сведения об авторах:

Е. В. Савельева

Телефон: +38 (071) 403-70-75

Эл. почта: s-e-v16@mail.ru

А. А. Прядко

Телефон: +38 (071) 358-41-09

Эл. почта: nastia.priadko@yandex.ru

Статья поступила 26.01.2021

© Е. В. Савельева, А. А. Прядко, 2021

Рецензент: М. М. Гуменюк, канд. экон. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

П. Ю. Ткачук, канд. экон. наук

**ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет
им. Владимира Даля», г. Луганск**

К ВОПРОСУ О ЛОГИКЕ РАЗРАБОТКИ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

В ходе исследования определены современные направления цифровой трансформации мировой экономики, поставлена проблема цифровизации предпринимательства в ЛНР в целом, намечены пути ее решения за счет создания Единой цифровой социально-экономической платформы, а также функционирования Цифрового социально-экономического союза. Предложены модели взаимодействия субъектов предпринимательства с государственным сектором и потребителями товаров и услуг, а так же модель функционального взаимодействия субъектов в рамках Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР.

Ключевые слова: цифровая экономика, предпринимательство, Единая цифровая социально-экономическая платформа ЛНР, Цифровой социально-экономический союз ЛНР

Постановка проблемы

В основе развития государственности Луганской Народной Республики лежат демократические и правовые принципы, которые определяют Республику как социальное государство, главной ценностью которого является человек, его права и свободы. Высшей обязанностью государственных органов власти и должностных лиц является признание, соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина Республики, что отражено в статьях 1 и 3 Конституции ЛНР [1]. Согласно Программе развития Луганской Народной Республики на 2018–2023 годы «Наш выбор», основной целью функционирования Республики является построение сильного государства, способного обеспечить достойную жизнь своих граждан, сохранение народа и его безопасность [2]. Для достижения главной цели Программой социально-экономического развития Луганской Народной Республики на 2020 год [3] определяются основные приоритеты развития: социальное развитие и инвестиции в человеческий капитал; эффективная занятость населения, обеспечение стабильной работы реального сектора экономики и продовольственной безопасности Республики; улучшение инвестиционного климата; совершенствование условий ведения внешнеэкономической деятельности. Согласно основным программным документам [2, 3], одним из направлений приоритетного развития социально-экономической системы ЛНР является повышение предпринимательской активности и развитие частного сектора экономики.

В современных реалиях успешное развитие предпринимательских структур возможно лишь в условиях, учитывающих основные мировые тенденции формирования экономических отношений. Мейнстримом мировой экономики является цифровизация большинства процессов взаимодействия между субъектами отношений. Реальная ситуация развития цифровизации экономических отношений в Республике свидетельствует о постоянно растущем спросе на необходимую и достоверную информацию, обеспечивающую потенциал конкурентоспособности на рынке. Необходимо понимать, что увеличивающиеся потоки информации требуют соответствующего уровня развитости инфраструктуры информационного обеспечения, а ее отсталость является сдерживающим фактором на пути внешней интеграции с государствами, которые выступают стратегическими партнерами. Объективная реальность ставит перед руководством молодой Республики острые проблемы ускорения цифровизации социально-экономического пространства. В свою очередь, перед учеными Республики воз-

никают задачи научно-методологического сопровождения процессов цифровой трансформации, что требует незамедлительного решения в скором будущем.

Цель исследования заключается в определении организационных принципов разработки единой модели цифрового взаимодействия экономических субъектов на основе применения современных цифровых технологий.

Анализ последних исследований и публикаций

Среди научных исследований, посвященных проблеме цифровизации экономических отношений и цифрового развития предпринимательства выделяются работы А. В. Бабкина, Л. Н. Орловой, Л. С. Леонтьевой, Т. Н. Кошелевой, Л. И. Кулаковой, А. В. Полянина, Т. А. Сорвиной, Н. Г. Устиновой [4–9].

Изложение основного материала исследования

В условиях возрастающей глобальной цифровизации социально-экономических отношений увеличивается объем информации, представленной в цифровой форме и содержащейся в глобальных информационных системах, а также иной информации, находящейся в распоряжении субъектов предпринимательства. Цифровизация усложняет информационный обмен, формирует новые системы и формы взаимоотношений в цепи «государство – предприниматели – потребители». Изменяется ландшафт ведения бизнеса, в следствие этого трансформируется конфигурация большинства глобальных рынков и многие традиционные отрасли экономики теряют свою значимость на фоне бурного развития новых структур, порождающих принципиально новые потребности. Отметим, что определяющее значение в цифровизации экономики любой страны приобретает накопленный научно-технический потенциал и взвешенная национальная политика цифрового развития.

Рассматривая динамику цифровизации бизнеса в различных странах мира, необходимо отметить неуклонный рост и высокие значения индекса цифровизации у большинства стран, концентрирующих свои силы на развитии высоких информационно-коммуникационных технологий, что отражено на рисунке 1. В ходе анализа данных отметим, что высокие значения указанного показателя отмечаются у Финляндии (50), Бельгии (49), Японии (48), средние показатели – у Франции (37), Италии (37), Великобритании (37). Индекс цифровизации российского бизнеса находится на невысоком уровне (31 в 2018 г.), однако имеет динамику положительного роста.

По результатам исследования специалистов Института статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» в 2018 году 89,5 % российских предпринимателей использовало в своей деятельности интернет, 59,9 % применяло локальные серверы, 48,7 % имело свои сайты, 27,1 % предпринимателей использовало облачные технологии [10].

В ходе исследования установлено, что цифровизация предпринимательского пространства неразрывно связана с применением технологий искусственного интеллекта, которые позволяют оптимизировать бизнес-процессы и порождают новую сетевую модель структуризации предпринимательства. В ходе исследования условий применения технологий искусственного интеллекта экспертами АНО «Цифровая экономика» в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» был проведен опрос руководителей крупных отраслевых компаний и холдингов, экспертов ведущих ИТ-компаний, а также представителей руководства Федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации. Результаты исследования позволяют сделать вывод, что объемы рынка искусственного интеллекта в масштабах страны незначительны – по данным аналитической компании International Data Corporation (IDC) инвестиции российских компаний в искусственный интеллект в 2019 году составили 172,5 млн долларов, что составляет менее 0,5 % от мирового объема инве-

стиций в технологию. Небольшой рынок цифровых технологий поделен крупными ИТ-компаниями и провайдерами, что ставит компании в определенную олигополистическую зависимость. Подтверждает данную позицию и тот факт, что в настоящее время отрасли, активно внедряющие технологии искусственного интеллекта представлены в сфере услуг (финансовые, транспортные, сервисные) и нефтегазовой отрасли. В обозримом будущем перспективными отраслями будут являться здравоохранение, промышленность и логистика. Отметим, что применение технологий искусственного интеллекта в целях развития предпринимательства направлено на снижение издержек производства и повышение производительности труда, а также на прогнозирование и стимулирование спроса.

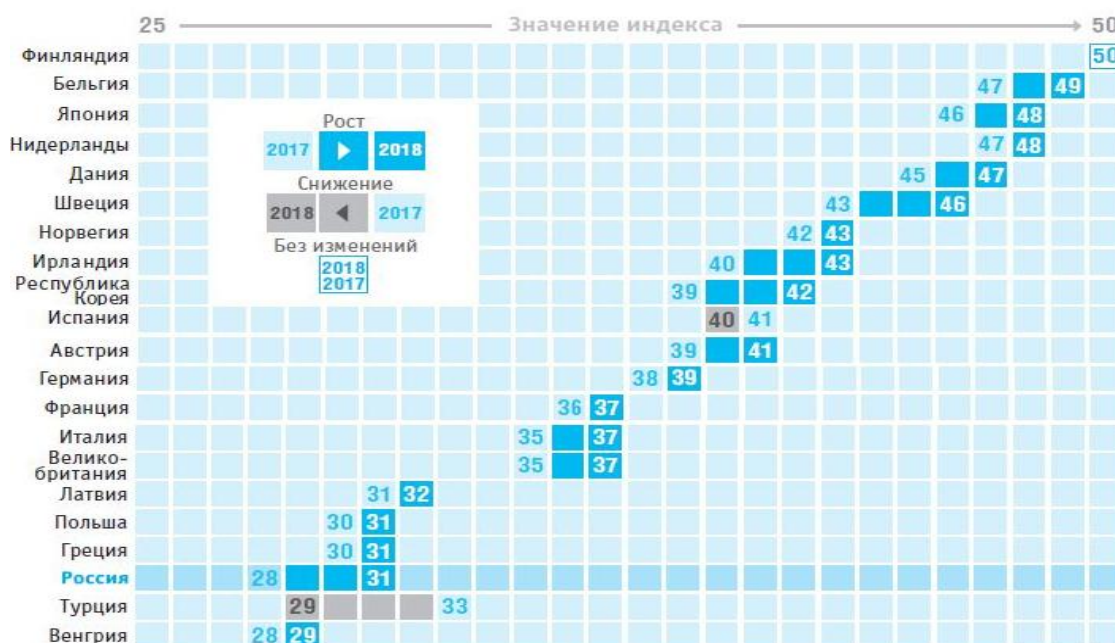


Рисунок 1 – Индекс цифровизации бизнеса стран мира в 2017–2018 годах [10]

В ходе исследования установлено, что процессы экономической цифровизации открывают для бизнеса более широкие возможности в цифровых экосистемах, доступ к новым рынкам и интеграцию в мировое пространство. Вместе с тем усиливается конкуренция со стороны зарубежных компаний и зависимость от поставщиков цифровых технологий и облачных услуг.

Логика нашего исследования исходит из того, что ускорение процессов информационного развития предпринимательства Луганской Народной Республики свидетельствует о постоянно растущем спросе на необходимую и достоверную информацию, обеспечивающую потенциал конкурентоспособности на рынке. Необходимо понимать, что увеличивающиеся потоки информации требуют соответствующего уровня развитости инфраструктуры информационного обеспечения. Архитектура самой системы информационного обеспечения предпринимательства концептуально отличается от существующей компьютеризированной системы коммуникаций бизнеса. Наиболее значимые отличия состоят в принципах обеспечения информацией относительно уже имеющейся информации о субъекте, алгоритмах ее обработки и способов предоставления. Современные реалии ставят необходимость скорейшей разработки и запуска более совершенной системы информационного обеспечения на основе технологии создания цифровых платформ.

Анализируя специальную экономическую литературу [4–9], приходим к выводу, что цифровая платформа – это система виртуальных, алгоритмизированных взаимоотношений большого количества независимых участников по обмену информацией, осуществляемых в единой информационной среде. Функционирование цифровой платформы основано на принципах применения пакета цифровых технологий работы с данными и нацелено на оптимиза-

цию бизнес-процессов, снижение транзакционных издержек, повышение эффективности товародвижения, что в конечном итоге увеличивает социально-экономический эффект развития общества в целом.

Необходимость создания цифровой платформы в условиях развития ЛНР очевидна. Учитывая цели и задачи, поставленные руководством Республики на ближайшее будущее, цифровая платформа должна объединять в единое целое социальный, экономический и государственный компоненты и иметь социально-экономическое направление своего развития. Учитывая природу цифровой платформы, определим ее название как «Единая цифровая социально-экономическая платформа ЛНР» (ЕЦС-ЭП ЛНР).

Обоснование значения и логики разработки в приоритете развития республиканского предпринимательства будет составлять научную новизну нашего исследования.

Субъектами информационного взаимодействия должны стать:

1. Государственные органы власти, учреждения и общественные организации ЛНР.
2. Субъекты предпринимательской деятельности, осуществляющие свою деятельность на территории ЛНР и зарегистрированные в соответствующих органах регистрации.
3. Потребители товаров и услуг, проживающие на территории ЛНР.

ЕЦС-ЭП ЛНР нами понимается как центр синергии государства, предпринимательских структур и потребителей товаров и услуг.

На рисунке 2 показана принципиальная модель взаимодействия пользователей ЕЦС-ЭП ЛНР.



Рисунок 2 – Принципиальная модель взаимодействия пользователей ЕЦС-ЭП ЛНР

Отметим, что при программной разработке оболочки и функциональной структуры ЕЦС-ЭП ЛНР необходимо объединить характеристики инфраструктурного и прикладного типа цифровых платформ. Проектируемая платформа должна обеспечивать:

- 1) ИТ-сервис и результат его работы – информацию, необходимую для принятия решения в хозяйственной деятельности;
- 2) выполнение транзакций, т. е. конкретных операций между субъектами взаимодействия.

Исходя из приоритетов нашего исследования, необходимо отметить, что научный интерес представляет обоснование моделей взаимодействия субъектов предпринимательства с государственным сектором и потребителями товаров и услуг. На рисунках 3 и 4 представлены организационные модели взаимодействия предпринимательства в рамках ЕЦС-ЭП ЛНР.

Условные обозначения информационных потоков:

←	Обозначение	→
Официальная информация о состоянии и изменениях нормативно-законодательной базы функционирования предпринимательства	1	Рекомендации по внесению изменений и поправок в нормативно-законодательную базу
Обеспечение выдачи разрешений на использование земельных участков, привлечение предпринимателей к решению социальных вопросов и т. д.	2	Предложения и рекомендации по развитию социально-экономической инфраструктуры, организации торговли, проведению общественных мероприятий и т. д.
Уведомление о предоставлении необходимой статистической информации согласно сроков, информирование об изменениях сроков и форм отчетности	3	Предоставление информации согласно установленных сроков и форм статистической отчетности
Уведомление о постановлениях, распоряжениях информация о госзакупках и тендерных торгах предоставлении грантов и т. д.	4	Подача документов на участие в госзакупках и тендерных торгах, информационные запросы и консультирование по вопросам развития предпринимательства
Уведомление о предоставлении необходимой отчетной информации согласно сроков, информирование об изменениях сроков и форм отчетности	5	Предоставление информации согласно установленных сроков и форм отчетности
Уведомление о предоставлении необходимой налоговой отчетности согласно сроков, информирование об изменениях налогового законодательства, консультирование	6	Регистрация и ликвидация субъектов предпринимательства, предоставление налоговой отчетности, подача запросов на разъяснение изменений налогового законодательства
Информационное обеспечение расчетов, информирование о состоянии текущих счетов и предоставление финансовых консультаций	7	Поручения для осуществления расчетов и платежей, информационные запросы о состоянии и движении финансовых средств, консультирование
Официальные уведомления о проверках, запросы на предоставление информации и оповещение о результатах проверок	8	Предоставление необходимой для проверок информации, заявления о правовых нарушениях деятельности относительно субъектов предпринимательства
Уведомление о проверках и инспекциях, информирование об изменении нормативно-правовой базы, предоставление консультаций профильными специалистами	9	Предоставление необходимой информации в соответствии с запросом
Консультирование и помощь в решении социально-экономических и правовых вопросов	10	Информационные обращения по актуальным вопросам
11	Обмен интересующей информацией и бизнес-предложениями, поиск бизнес-партнеров, ведение деловой переписки, организация участия в форумах, опросах и т. д.	
12	Ведение официальной переписки между государственными органами	

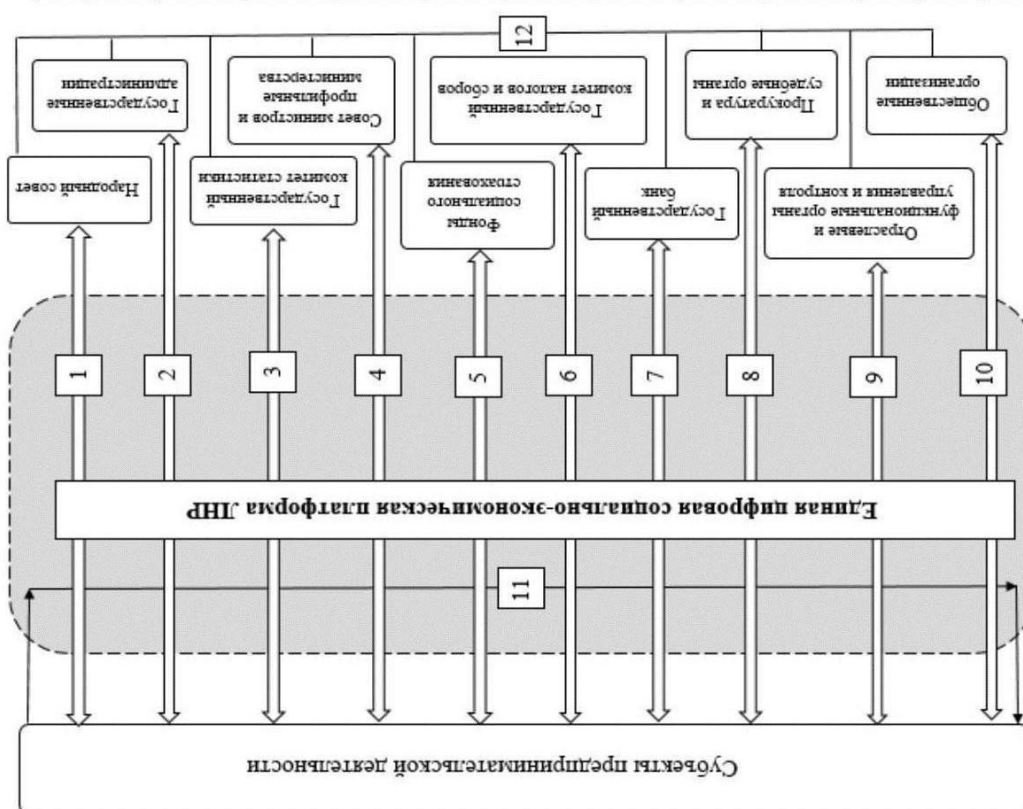


Рисунок 3 – Организационная модель взаимодействия субъектов предпринимательской деятельности и субъектов государственного сектора в рамках функционирования ЕЦС-ЭП ЛНР

Условные обозначения информационных потоков:

←	Обозначение	→
	1	Организация информационного обеспечения электронной коммерции (интернет-магазины, CRM сервис и т. д.)
	2	Информационное обеспечение и сопровождение заказов (оформление, подтверждение товаров сертификатами соответствия и т. д.)
	3	Поиск информации о покупателях
	4	Информационное сопровождение логистических потоков
	5	Сбор информации и ведение клиентской базы
	6	Обеспечение расчетов и поступление средств на расчетный счет
7	Информационное взаимодействие в проведении опросов потребительского мнения, акциях, розыгрышах, конкурсах и т. д.	
Подача рекламаций, обращение в органы надзора и судебные органы с заявлениями и жалобами	8	Прием рекламаций, разрешение торговых споров и удовлетворение запросов
9	Информационное взаимодействие по индивидуальным обращениям и заказам	
Организация и информационное обеспечение форумов общественного мнения, отзывов о товарах и производителях	10	
11	Обмен интересующей информацией и ведение официальной переписки	

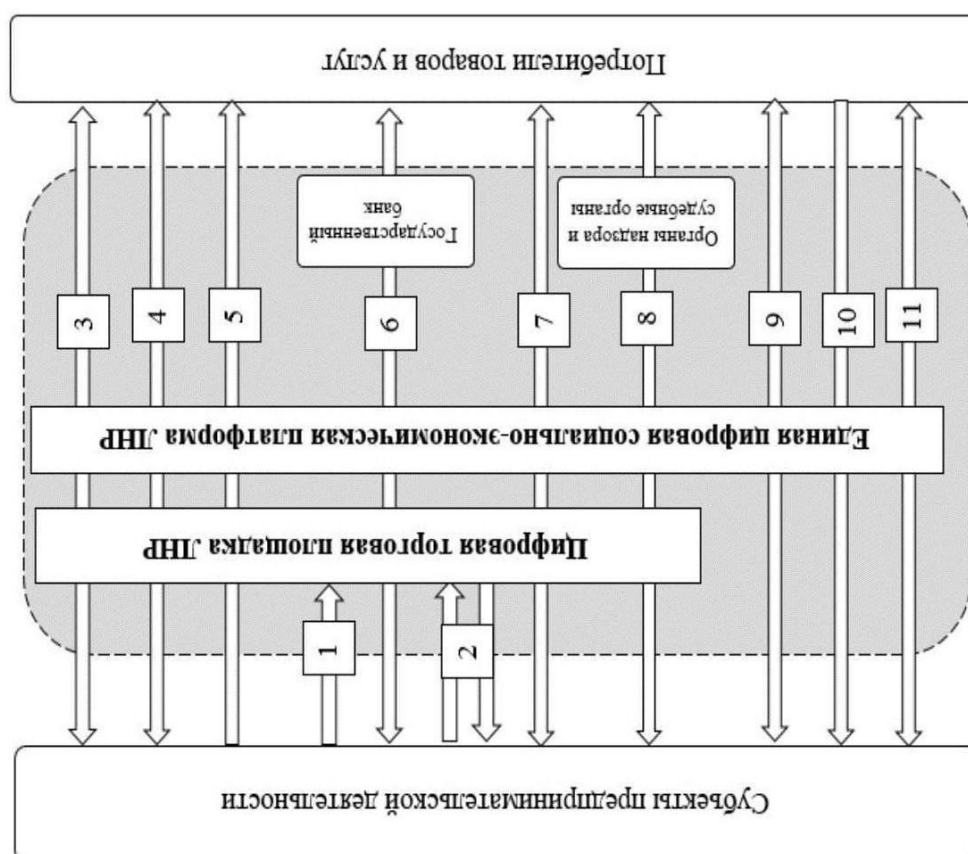


Рисунок 4 – Организационная модель взаимодействия субъектов предпринимательской деятельности и потребителей товаров и услуг субъектов в рамках функционирования ЕЦС-ЭП ЛНР

Необходимо понимать, что создание и внедрение цифровой платформы достаточно масштабное и затратное мероприятие, которое возможно осуществить, консолидируя усилия государственных органов власти, как организационно-распорядительного ядра платформы и субъектов бизнеса, как основного разработчика программного обеспечения и цифровой оболочки платформы. Отметим, что право интеллектуальной собственности на нематериальные активы ЕЦС-ЭП ЛНР должно быть прерогативой исключительно государственных органов в лице единого правообладателя – Фонда государственного имущества ЛНР. В соответствии со ст. 69 п. 14 Конституции ЛНР установление порядка управления и распоряжения не материальными активами цифровой платформы должно находиться в ведомстве Народного Совета ЛНР. Непосредственно верховное право управления и распоряжения интеллектуальным капиталом цифровой платформы необходимо закрепить за Правительством ЛНР, что соответствует ст. 77 п. 8 Конституции ЛНР [1].

В процессе разработки цифровой платформы на методологическом уровне должен быть решен вопрос определения размера стоимости нематериальных активов и внесения в реестр Фонда государственного имущества ЛНР, что требует соответствующих поправок в Законе Луганской Народной Республики от 04.11.14 г. № 36-І «Об управлении и распоряжении собственностью Луганской Народной Республики» [11].

Придерживаясь общей логики нашего исследования, отметим, что реализация модели взаимодействия субъектов в рамках ЕЦС-ЭП ЛНР предполагает следующие стадии: методологическую, организационную, технологическую, управленческую, экономическую и информационную. Приведем концептуальную характеристику каждой стадии.

1. Методологическая – предполагает формирование единого подхода к осуществлению взаимоотношений между субъектами на основе цифровых технологий, определение качественно новых систем взаимосвязей, возникающих в пространстве изменяющейся цифровой институционализации, выявление и обоснование тенденций развития и взаимозависимостей между процессами, обеспечивающими функционирование ЕЦС-ЭП ЛНР.

2. Организационная – образование структуры упорядоченных цифровых процессов, приводящих к согласованному взаимодействию между субъектами в рамках работы, применение сетевой организационной модели с целью достижения социально-экономического эффекта как на макро-, так и на микроэкономическом уровне.

3. Технологическая – разработка программного инструментария, виртуальных средств сбора, обработки и хранения информации, формирующих цифровой контур функционирования субъектов в пределах ЕЦС-ЭП ЛНР.

4. Управленческая – внедрение новых моделей виртуального воздействия на процессы и субъекты, позволяющие осуществлять оперативное реагирование и моделирование изменений, использование новых методов управления (just-in-time, lean-production и т. п.) с целью реализации стратегии и достижения максимального управленческого эффекта.

5. Экономическая – предусматривает переход на качественно новый технологический и технический уровень развития воспроизводственных отношений, сопровождающийся изменением структуры затрат в сторону повышения информационной и снижения материальной составляющих частей, снижения энерго- и фондоемкости производства, оптимизации производственных и логистических процессов, изменения структуры трудовых ресурсов и занятости населения.

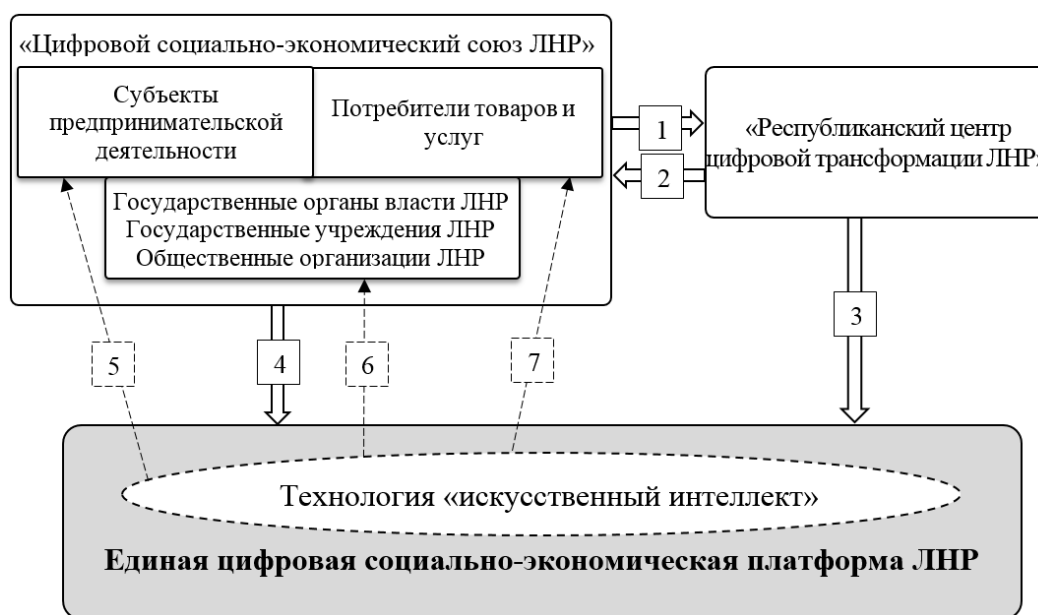
6. Информационная – подразумевает создание виртуальных баз коммерческой, технической, технологической и прочей информации, а также управление процессами ее обработки, хранения, передачи и санкционированного использования субъектами ЕЦС-ЭП ЛНР.

Логика нашего исследования исходит из того, что в целях обеспечения информационной безопасности все пользователи цифровой платформы должны иметь свою цифровую идентификацию (цифровой авторизованный образ) и образовывать единую консолидированную систему. Вышесказанное обуславливает необходимость организации ассоциативного

объединения пользователей цифровой платформы – «Цифровой социально-экономический союз ЛНР» (ЦС-ЭС ЛНР). Другими словами, основными задачами создания ЦС-ЭС ЛНР является установление цифровой идентификации субъектов и содействие цифровой трансформации социально-экономических процессов на всех уровнях функционирования социально-экономической системы.

Отметим, что ассоциативное объединение участников цифровой платформы имеет ряд преимуществ: повышение эффективности информационного взаимодействия в решении общих вопросов; формирование стабильной и безопасной информационной среды, хранение истории информационного взаимодействия с приданием статуса юридической силы в судебных разбирательствах, возможность разработки единых внутренних алгоритмов и стандартов взаимодействия и т. д.

На рисунке 5 представлена модель функционального взаимодействия субъектов в рамках Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР.



Условные обозначения:

- 1 определение «вектора цифрового развития» и архитектуры цифровой трансформации ЛНР;
- 2 внедрение прикладных цифровых технологий, осуществление консультирования и сопровождение перехода к цифровому качеству отношений;
- 3 формирование архитектуры цифровой платформы, создание «цифровых образов» субъектов алгоритмизация взаимодействия субъектов, разработка прикладного программного обеспечения и внедрение технологии «искусственный интеллект», развитие цифровой инфраструктуры;
- 4 осуществление цифрового взаимодействия в едином пространстве Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР;
- 5 оптимизация бизнес-процессов, снижение транзакционных издержек, повышение информационной эффективности взаимодействия между бизнес-партнерами, обеспечение новых способов деловых партнерств, сетевого взаимодействия в процессе производства;
- 6 выполнение мониторинга системы показателей социально-экономического состояния ЛНР, определение зависимостей между показателями, формирование оптимальной модели и прогнозов развития социально-экономических процессов в ЛНР;
- 7 оптимизация и индивидуализация процесса потребления, повышение информационного обеспечения необходимой информацией во всех сферах жизни, повышение уровня комфорта и качества жизни за счет внедрения «умных» технологий.

Рисунок 5 – Модель функционального взаимодействия субъектов в рамках Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР

Здесь уместно обратить внимание на то, что цифровые оболочки и программное обеспечение отображают внешнюю форму Единой цифровой платформы. Процесс функционирования многих цифровых платформ основан на технологии «искусственного интеллекта», что позволяет автоматически управлять многими процессами внутри платформы в соответствии с заданными параметрами или индикаторами развития.

Принципиальной особенностью функционального взаимодействия в рамках Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР является то, что сами субъекты определяют конфигурацию и алгоритмы функционирования цифровой платформы, а технологическое ядро искусственного интеллекта формирует цифровые условия функционирования участников Цифрового социально-экономического союза ЛНР. Нами определяется использование технологии искусственного интеллекта как перспективное в условиях архитектуры цифровизации ЛНР и требующее дальнейшего научного обоснования и прикладных разработок.

Выводы

В ходе выполнения научного исследования установлено, что современное развитие предпринимательских структур возможно лишь в условиях, соответствующих цифровизации экономических отношений. Ускорение процессов информационного развития предпринимательства Луганской Народной Республики свидетельствует о постоянно растущем спросе на необходимую и достоверную информацию, обеспечивающую потенциал конкурентоспособности на рынке, что сформировало необходимость создания Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР.

Нами предложена принципиальная модель взаимодействия субъектов предпринимательской деятельности, государственных органов власти, учреждений, общественных организаций ЛНР и потребителей товаров и услуг в рамках функционирования ЕЦС-ЭП ЛНР. Так же, исходя из приоритетности и научного интереса исследования, получили научное обоснование организационные модели взаимодействия субъектов предпринимательства с государственным сектором и потребителями товаров и услуг. Архитектура реализации модели взаимодействия субъектов в рамках ЕЦС-ЭП ЛНР получила концептуальное обоснование на методологическом, организационном, технологическом, управленческом, экономическом и информационном уровне.

В целях обеспечения информационной безопасности обоснована необходимость создания ассоциативного объединения пользователей цифровой платформы – «Цифровой социально-экономический союз ЛНР», основными задачами которого является установление цифровой идентификации субъектов и содействие цифровой трансформации социально-экономических процессов на всех уровнях функционирования социально-экономической системы. В процессе исследования представлена модель функционального взаимодействия субъектов в рамках Единой цифровой социально-экономической платформой ЛНР с применением технологии «искусственного интеллекта». Перспективными направлениями дальнейших исследований будут являться вопросы регламентации процессов функционирования Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР и технологии «искусственного интеллекта», что получит дальнейшую научную разработку в последующих публикациях автора.

Список литературы

1. Конституция Луганской Народной Республики. – Текст : электронный // Народный Совет Луганской Народной Республики : [сайт]. – URL: <https://www.nslnr.su/zakonodatelstvo/konstitutsiya/>.
2. Программа социально-экономического развития Луганской Народной Республики до 2023 года «Наш выбор». – Текст : электронный // Министерство экономического развития Луганской Народной Республики : [официальный сайт]. – URL: <https://www.merlnr.su/news/2477-programma-socialno-ekonomicheskogo-razvitiya-luganskoy-narodnoy-respubliki-do-2023-goda.html>.

3. Программа социально-экономического развития Луганской Народной Республики на 2020 год : проект. – Текст : электронный. – URL: <https://sovminlr.ru/docs/2019/12/26/12.pdf>.
4. Бабкин, А. В. Цифровая экономика и ее влияние на конкурентоспособность предпринимательских структур. – Текст : электронный / А. В. Бабкин, О. В. Чистякова // Российское предпринимательство. – 2017. – Том 18, № 24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-i-ee-vliyanie-na-konkurentosposobnost-predprinimatelskih-struktur> (дата обращения: 03.11.2020).
5. Кошелева, Т. Н. Особенности развития малых и средних предпринимательских структур в процессе становления цифровой экономики в сложных экономических условиях. – Текст : электронный / Т. Н. Кошелева, Т. А. Сорвина // Петербургский экономический журнал. – 2020. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razvitiya-malyh-i-srednih-predprinimatelskih-struktur-v-protssesse-stanovleniya-tsifrovoy-ekonomiki-v-slozhnyh> (дата обращения: 03.11.2020).
6. Кулакова, Л. И. Развитие предпринимательства на основе цифровых платформ в условиях деглобализации. – Текст : электронный / Л. И. Кулакова, А. В. Полянин // Вестник Академии знаний. – 2020. – № 37(2). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-predprinimatelstva-na-osnove-tsifrovyyh-platform-v-usloviyah-deglobalizatsii> (дата обращения: 03.11.2020).
7. Леонтьева, Л. С. Цифровые трансформации в предпринимательстве / Л. С. Леонтьева, Л. Н. Орлова, Ван Чунь Лань. – Текст : электронный // Вестник Московского университета. Серия 21 «Управление (государство и общество)». – 2019. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-transformatsii-v-predprinimatelstve> (дата обращения: 03.11.2020).
8. Полянин, А. В. Цифровизация процессов малого и среднего предпринимательства / А. В. Полянин, Ю. П. Соболева, В. В. Тарновский. – Текст : электронный // Управленческое консультирование. – 2020. – № 4(136). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-protssessov-malogo-i-srednego-predprinimatelstva> (дата обращения: 03.11.2020).
9. Устинова, Н. Г. Цифровая экономика и предпринимательство: вопросы взаимодействия / Н. Г. Устинова. – Текст : электронный // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2019. – № 3(77). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-i-predprinimatelstvo-voprosy-vzaimodeystviya> (дата обращения: 03.11.2020).
10. Цифровая экономика: 2020 : краткий статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг [и др.] ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2020. – 112 с. – ISBN 978-5-7598-2148-9.
11. Луганская Народная Республика. Законы. Об управлении и распоряжении собственностью Луганской Народной Республики от 04.11.2014 г. № 36-І. – Текст : электронный // Народный Совет Луганской Народной Республики : [сайт]. – URL: <https://www.nslnr.ru/zakonodatelstvo/normativno-pravovaya-baza/635/>.

П. Ю. Ткачук

**ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск
К вопросу о логике разработки Единой цифровой социально-экономической платформы
Луганской Народной Республики**

Современное развитие предпринимательских структур возможно лишь в условиях, соответствующих цифровизации экономических отношений. Ускорение процессов информационного развития Луганской Народной Республики в целом и предпринимательства в частности, сформировало необходимость перехода на новый, цифровой уровень отношений и создание Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР (ЕЦС-ЭП ЛНР).

В исследовании предложена принципиальная модель взаимодействия субъектов предпринимательской деятельности, государственных органов власти, учреждений, общественных организаций ЛНР и потребителей товаров и услуг в рамках функционирования ЕЦС-ЭП ЛНР. Так же, исходя из приоритетности и научного интереса исследования, получили научное обоснование организационные модели взаимодействия субъектов предпринимательства с государственным сектором и потребителями товаров и услуг. Архитектура реализации модели взаимодействия субъектов в рамках ЕЦС-ЭП ЛНР получила концептуальное обоснование на методологическом, организационном, технологическом, управленческом, экономическом и информационном уровне.

В целях обеспечения информационной безопасности обоснована необходимость создания ассоциативного объединения пользователей цифровой платформы – «Цифровой социально-экономический союз ЛНР» (ЦС-ЭС ЛНР), основными задачами которого является установление цифровой идентификации субъектов и содействие цифровой трансформации социально-экономических процессов на всех уровнях функционирования социально-экономической системы. Представлена модель функционального взаимодействия субъектов в рамках Единой цифровой социально-экономической платформы ЛНР с применением технологии «искусственного интеллекта».

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА, ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО, ЕДИНАЯ ЦИФРОВАЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ЛНР, ЦИФРОВОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ ЛНР

P. Yu. Tkachuk

Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk

To the Question of the Development Logic of the Lugansk People's Republic Unified Digital Socio-Economic Platform

The modern development of the entrepreneurial structures is possible only under conditions corresponding to the digitalization of the economic relations. The acceleration of the processes of the Lugansk People's Republic information development in general and the entrepreneurship in particular, has generated the need for the transition to the new, digital level of relations and the creation of the United Digital Socio-Economic Platform of the LPR.

The study proposes the fundamental model of the interaction between business entities, government authorities, institutions, public organizations of the LPR and consumers of goods and services within the framework of the United Digital Socio-Economic Platform of the LPR. Also, proceeding from the priority and scientific interest of the research, organizational models of the interaction of business entities with the public sector and the consumers of goods and services were scientifically substantiated. The architecture of the model implementation of the interaction between subjects within the United Digital Socio-Economic Platform of the LPR received conceptual justification at the methodological, organizational, technological, managerial, economic and informational levels.

In order to ensure the information security, the necessity of creating the users' associative association of the digital platform – the Digital Socio-Economic Union of the LPR, is substantiated, the main tasks of which are to establish the digital identification of subjects and facilitate the digital transformation of the socio-economic processes at all functioning levels of the social-economic system. The model of the subject functional interaction within the framework of the LPR Unified Digital Socio-Economic Platform with the use of the «artificial intelligence» technology is presented.

DIGITAL ECONOMY, ENTREPRENEURSHIP, LPR UNITED DIGITAL SOCIO-ECONOMIC PLATFORM, LPR DIGITAL SOCIAL-ECONOMIC UNION

Сведения об авторе:

П. Ю. Ткачук

Эл. почта: petertkachuk@mail.ru

Статья поступила 04.12.2020

© П. Ю. Ткачук, 2021

Рецензент: Е. Г. Курган, канд. экон. наук, доц., ГОУВПО «ДОННТУ»

О. И. Черноус, канд. экон. наук, Е. А. Новицкая

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ЗНАЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР

В статье представлена трактовка информации и показана ее роль в обеспечении экономической безопасности предпринимательских структур. Приведена классификация информации в системе экономической безопасности по укрупненным признакам, таким как назначение, качество, возможность использования. Рассмотрены основные блоки информационного обеспечения внутри предпринимательских структур, к которым отнесены технико-технологический, политико-правовой, рыночный, интеллектуально-кадровый, экологический, планово-экономический, финансово-инвестиционный. Показана взаимосвязь информационных потоков с критериями оценки и индикаторами экономической безопасности.

Ключевые слова: информация, информационный поток, экономическая безопасность, экономическая информация

Введение

Современная экономика не может существовать без развитой информационной инфраструктуры и информатизации бизнес-структур. В системе обеспечения экономической безопасности важное значение имеет информация. Управление экономической безопасностью основывается на экономической информации, которую можно отразить в виде целостной системы информационных взаимодействий персонала предприятия. Экономическая информация – это информация, которая последовательно и полно отражает производственно-хозяйственную деятельность предпринимательских субъектов. Экономическая безопасность предприятия зависит от того, каким образом управленческо-исполнительный персонал сможет использовать в свою пользу имеющуюся совокупность информации, причем снижение уровня экономической безопасности может произойти только при условии недостаточного исследования информационной среды.

Анализ последних исследований и публикаций

Исследованию определения сущности информации и ее классификации, информационно-аналитического обеспечения экономической безопасности посвятили свои работы такие авторы, как А. И. Берлач [1], М. И. Зубок [2], О. В. Матвиенко [3], Н. Г. Авраменко [4], Ю. В. Бабанова [5], А. В. Василенко [6], Л. П. Гончаренко [7] и другие. В трудах этих авторов с разных точек зрения освещена сущность информации, а также понятие информационной безопасности предприятий, сформулированы подходы к классификации информации.

Несмотря на значительное количество исследований по данной тематике, инструменты управления информацией для обеспечения экономической безопасности предпринимательских структур слабо изучены, поскольку не выделены основы управления информацией в системе обеспечения экономической безопасности предприятия, в том числе с точки зрения анализа общих положений этого процесса с учетом значительного влияния цифровых технологий. Исследование выбранной темы требует систематизации инструментов управления информацией в системе обеспечения экономической безопасности предпринимательских структур, что даст возможность повлиять на состояние эффективности их функционирования, анализ, оценку и направления усовершенствования на основании инструментария современной безопасности.

Цель исследования – изучение роли информации в системе обеспечения экономической безопасности предпринимательских структур.

Изложение основного материала исследования

Информация, необходимая для управления экономической безопасностью, представляет собой обобщение экономических, технологических, социальных, юридических, демографических и других источников. На данный момент информация рассматривается как важнейший ресурс развития общества вместе с материальными, энергетическими и человеческими ресурсами. Информация, как совокупность необходимых сведений и данных для успешного осуществления анализа, контроля, принятия и организации выполнения управленческих решений, является неотъемлемой составляющей эффективного управления организационно-экономическими процессами в целом и предпринимательской деятельностью в частности. Анализируя роль информационных ресурсов в деятельности субъектов предпринимательства, можно говорить, что уровень ее автоматизации существенно влияет на эффективность бизнес-субъектов, поскольку информационные ресурсы [8, с. 67]:

- обеспечивают объективное видение менеджментом различных процессов, которые происходят на рынке и во взаимоотношениях с другими субъектами и организациями и дают возможность принимать эффективные решения;
- способствуют разработке более качественных проектов и программ деятельности субъектов предпринимательства, конкретно адаптированных к особенностям ситуации или региона, формированию эффективных взаимоотношений и поведения на динамично изменяющемся рынке;
- образуют предпосылки для поддержания необходимого уровня конкурентоспособности субъектов предпринимательства на рынке, результативного противодействия актам недобросовестной конкуренции;
- обеспечивают познавательные потребности потребителей, клиентов, контрагентов, партнеров в необходимых им услугах, товарах, работах или взаимоотношениях;
- формируют необходимые базы данных, как информационный капитал субъектов предпринимательства, способный обеспечивать их глобальные и локальные перспективы развития.

В целом деятельность субъекта предпринимательской деятельности базируется на трех компонентах: системе управления предприятием, экономической деятельности и информационных технологиях, которые используются как инструментарий двух предыдущих компонентов. Именно через информационную систему происходит связь между субъектом и объектом управления. Центральным звеном компьютерной информационной системы предприятия является финансовая информационная система, в которой хронологически и систематически накапливаются, а также обрабатываются данные, связанные с учетом, контролем, планированием, анализом и регулированием. На основе этих данных формируется информация о работе предпринимательских структур, сравниваются фактические показатели и нормативные, формулируются глобальные и локальные направления деятельности, разрабатываются предложения по установлению причин отклонений и корректировке результатов, осуществляется прогнозирование эффективности политики управления [9, с. 68].

По мнению А. И. Берлач, в процессе управленческой деятельности в обеспечении экономической безопасности предприятия используют научно-техническую, административно-правовую, метрологическую, агробиологическую и другие виды информации [1 с. 76]. Научную информацию делят на экономическую, социально-политическую, идеологическую и др. Наибольший удельный вес в общем объеме информации при обеспечении экономической безопасности предприятия имеют экономические данные. Классификация информации в системе управления экономической безопасностью представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация информации в системе экономической безопасности предпринимательских структур

Классификационный признак	Вид информации
По назначению:	
Функциональное назначение	плановая, нормативно-правовая, учетная, отчетная, административная, массовая, информация о деятельности государственных органов власти и органов местного и регионального самоуправления, информация о личности, справочно-энциклопедическая, социологическая
Направление	горизонтальная, вертикальная входная, вертикальная выходная
Тип управления	административная, экономическая
По отношению к объекту управления	внутренняя, внешняя, входящая, исходящая
Предмет исследования	основная, вспомогательная
Степень оперативности	бухгалтерская, предварительная и оперативная
Этапы управленческого цикла	ознакомительная, руководящая
По способности к программированию	программируемая, непрограммируемая
Объект изучения	общая, частная
По качественным характеристикам:	
Носитель информации	немашинная, машинная
Способ изображения	текстовая, цифровая, алфавитная, алфавитно-цифровая, графическая, табличная, мультимедийная
Достоверность	достоверная, недостоверная
Качественные характеристики и способ документирования носителя информации	бумажная, фотографическая, магнитная, оптическая и др.
Степень обработки	первичная, промежуточная, результативная
По возможности использования:	
Изменчивость	постоянная (условно-постоянная), переменная
Периодичность поступления	регулярная, эпизодическая
По степени нормативности	нормативная, ненормативная
По времени воздействия	тактическая, стратегическая
Форма подачи	математическая, прогнозная, традиционная, устная
Стадия использования	конечная, промежуточная
Важность	существенная, несущественная
Насыщенность	недостаточная, достаточная, избыточная
Полезность	полезная, бесполезная
Причастность к процессу обработки	обработанная, необработанная
Объем	комплексная, тематическая
Режим доступа	открытая, информация с ограниченным доступом

В системе обеспечения экономической безопасности с помощью информации получают сведения о внутреннем состоянии предприятия и о процессах, которые происходят вне предприятия. Каждый субъект предпринимательства можно рассматривать как объект регулирования со свойственной ему информационной системой, которая охватывает входящую (внешнюю и внутреннюю) и исходящую информацию. Внешняя входящая информация – данные о различных аспектах экономической, экологической, политической, социальной и других сфер, окружающих предпринимательские структуры. Источниками внешней информации могут быть поставщики, покупатели, государство и т. д. Внутренняя входящая информация – это данные, которые возникли преимущественно в системе учета, анализа, контроля относительно экономической безопасности. Источниками внутренней информации являются структурные подразделения предпринимательских структур.

Исходящая информация также подразделяется на внешнюю и внутреннюю. Внешняя исходящая информация – сведения в общеустановленных формах первичных и сводных документов, предоставляемых внешним пользователям информации. Внутренняя исходящая информация – сведения, которые предоставляются внутренним пользователям информации и

служат для управления бизнес-структурами, характеризуя сложившуюся экономическую ситуацию. Так, на основе планового задания принимаются управленческие решения, которые затем отражаются в материально-технической подготовке производства, технико-экономическом и оперативном планировании, оперативном управлении технологическими и экономическими процессами, учете и контроле за финансовой деятельностью, отчетах, анализе результатов хозяйственной деятельности и т. д.

Свойства экономической информации определяют научно-техническую необходимость и экономическую целесообразность использования цифровых технологий при ее сборе, накоплении, передаче и обработке, что требует умения определять структуру и объемы обрабатываемой информации. Совокупность управленческой информации входит в систему информационного обеспечения деятельности предприятия. Фактически все решения, принимаемые высшим руководством предприятий, требуют разного рода обоснования и выявления возможных последствий их принятия. Такие действия можно осуществлять на основе изучения массива входящей и исходящей информации, выполнения определенных аналитически-расчетных действий и, соответственно, получать возможные варианты развития событий от реализации управленческих решений. От эффективности использования руководством предприятия информационного ресурса зависит качество принятого решения, что имеет прямое влияние на уровень его экономической безопасности [1, с. 194].

Организационная информация характеризует нормативно-правовую составляющую деятельности субъекта предпринимательства, содержание договоров, протоколов переговоров, решений по организации деятельности субъекта, взаимоотношений с другими субъектами, сюда же следует отнести информацию об управлении его деятельностью. Специальная информация – это данные о безопасности субъекта предпринимательства, его конфиденциальные связи, сведения из досье лиц, в отношении которых имеет заинтересованность субъект предпринимательства, содержание картотек, интегрированных баз данных. Вспомогательная информация – материалы, которые каким-либо образом характеризуют сферу деятельности и взаимоотношений субъекта предпринимательства, получены из локальной и глобальной информационной среды.

В информационное обеспечение системы экономической безопасности предпринимательских структур можно включить такие информационные блоки (рисунок 1): политико-правовой, технико-технологический, рыночный, финансово-инвестиционный, интеллектуально-кадровый, планово-экономический, стандартизации и сертификации, экологический. Эти элементы информационного обеспечения оказывают значительное влияние на деятельность большинства современных предпринимательских структур в рыночной среде. Эффективно управляя информационными потоками, можно достичь повышения уровня экономической безопасности за счет внедрения интегрированной системы отчетности, что дает каждому уровню управления соответствующую информацию на определенном этапе реализации управленческих функций.

Важное место в структуре информационного обеспечения занимает так называемая деловая информация, на которую обычно возникает наибольший спрос у ведущих менеджеров субъектов предпринимательства. К такой информации могут быть отнесены [2, с. 93]: макроэкономические показатели отрасли деятельности; финансовые и биржевые ведомости; коммерческая информация о хозяйственной деятельности и деятельности других субъектов, которые образуют или могут образовывать конкуренцию субъекту предпринимательства; статистические данные всех уровней; информация о деловых связях.

С учетом вышеприведенного, роль информации в системе обеспечения экономической безопасности предприятия заключается в информационном сопровождении хозяйственной деятельности с целью рационального использования совокупности ресурсов предприятия (материально-технических, финансовых, человеческих, информационных и др.), для предотвращения или ослабления угроз устойчивому развитию, а также создания условий для

роста конкурентоспособности, независимости и автономии в будущем. Результатом управленческой деятельности должно быть формирование информационных потоков для обеспечения оптимальности и эффективности организационной структуры предприятия, правовой защиты деятельности, защиты коммерческой тайны, безопасности персонала, капитала, имущества и коммерческих интересов.

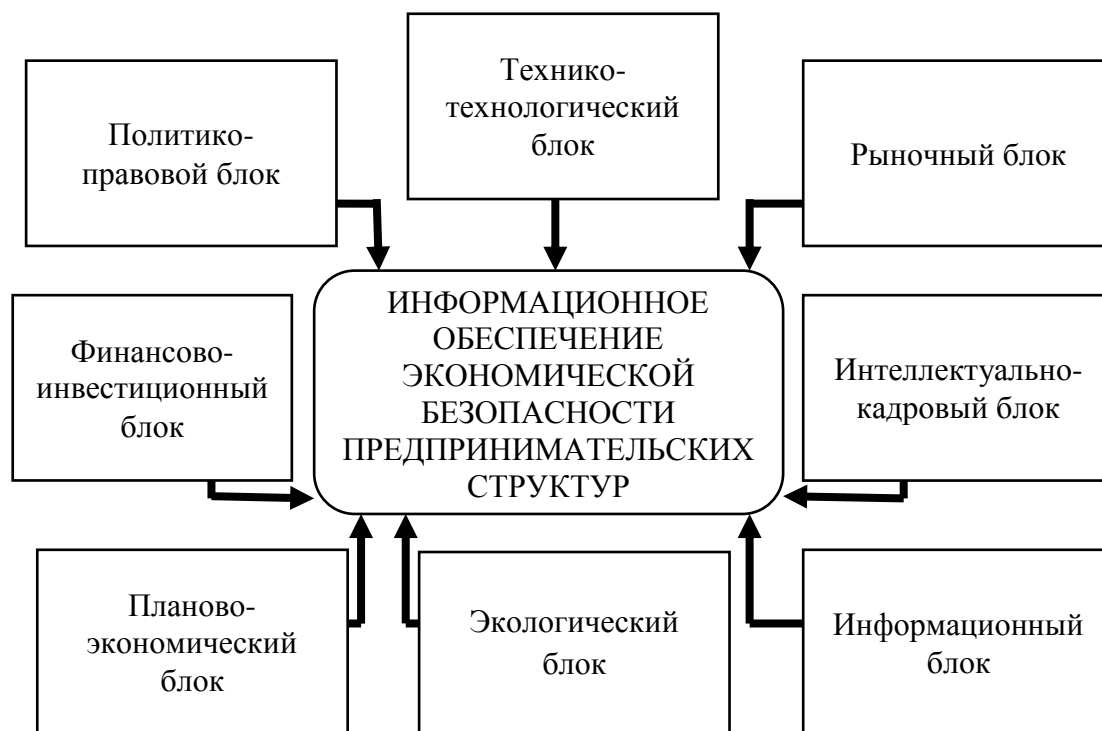


Рисунок 1 – Информационное обеспечение системы экономической безопасности предпринимательских структур

Правительство ДНР и соответствующие профильные организации создают существенную правовую основу в сфере экономической безопасности субъектов предпринимательства. Правовые условия защиты информационных данных утверждены в Конституции ДНР, Гражданском кодексе ДНР, Уголовном кодексе ДНР, законах ДНР: «Об информации, информационных технологиях», «О государственной тайне», «О телекоммуникациях», «Об электронной подписи», «О персональных данных».

Схема взаимосвязи составляющих информационно-аналитического обеспечения системы экономической безопасности предприятия представлена на рисунке 2. Все составляющие действуют синхронно и комплексно в открытой среде, с учетом требований к конфиденциальности информации, формированию системы показателей, выбору комплекса методов и индикаторов экономической безопасности предприятия [3, с. 128]. От точной идентификации угроз для предприятия, от правильности выбора степени их проявления, т. е. системы индикаторов, зависит адекватность оценки экономической безопасности и комплекс необходимых мер по предупреждению и нивелированию опасности. Одной из целей мониторинга экономической безопасности является диагностика состояния хозяйствующего субъекта по системе показателей, учитывающих специфические отраслевые особенности.

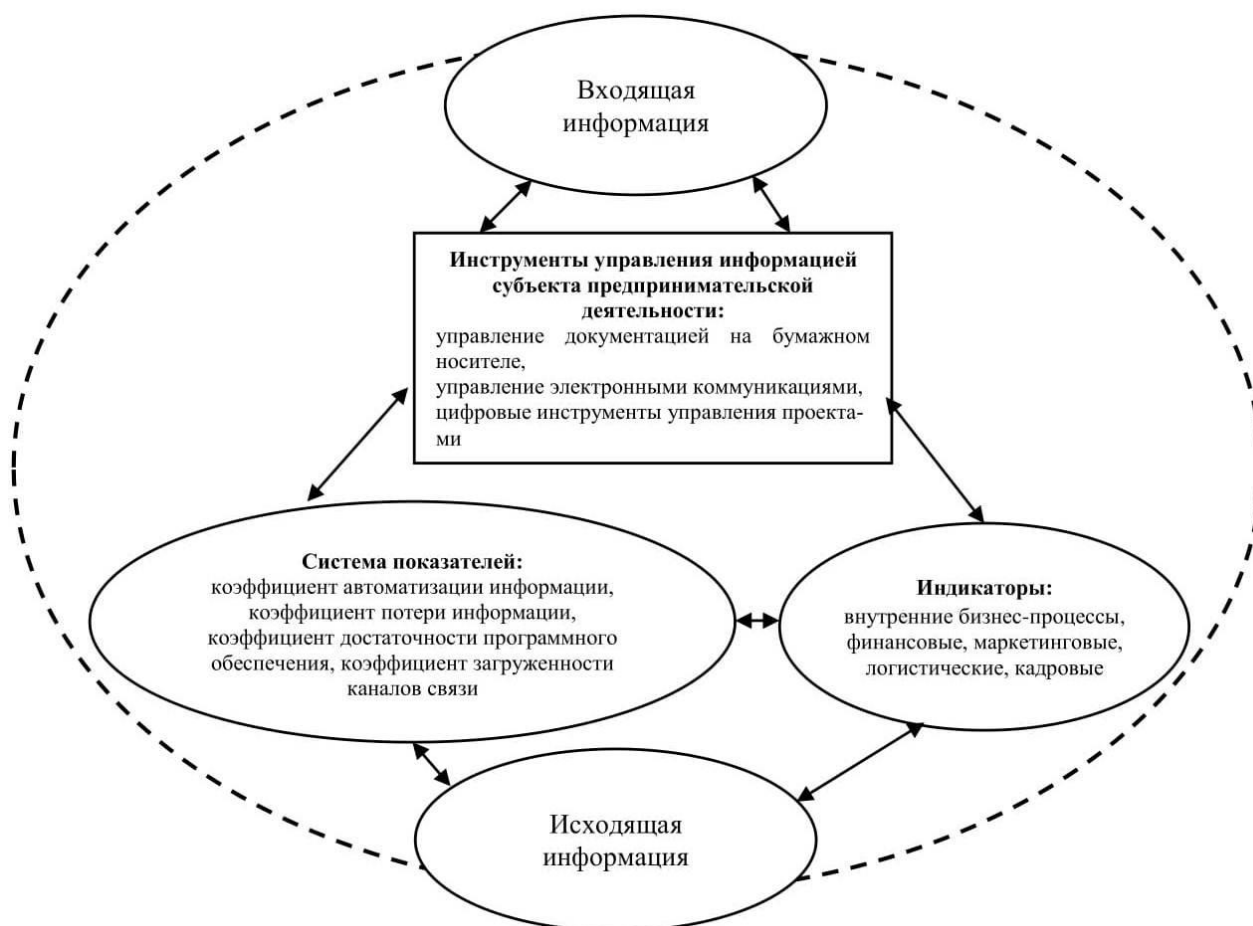


Рисунок 2 – Взаимосвязь составляющих информационно-аналитического обеспечения экономической безопасности субъекта предпринимательской деятельности

При таких условиях организация информационного обеспечения деятельности субъектов предпринимательства должна иметь комплексный характер и осуществляться в различных сферах информационной среды. Информационные потребности большинства предприятий примерно одинаковы, поэтому информационное обеспечение должно отвечать следующим требованиям [2, с. 86]:

- законности – осуществляться в рамках действующего законодательства;
- непрерывности – информационные ресурсы для обеспечения их высокого качества должны постоянно обновляться;
- активности – силы, задействованные в информационном обеспечении, должны постоянно стремиться к получению информации;
- высокой технической оснащенности – информационная работа должна опираться на современные компьютерные средства и технологии сбора и обработки информации;
- компетентности – лица, которые выполняют задачи информационного обеспечения, должны быть профессионалами, способными на высоком уровне выполнять свои обязанности;
- значимости – влиять на принятие решений, полезных для пользователей в нужное время при составлении планов;
- достоверности – правдиво поданная информация должна легко проверяться и иметь нейтральный характер;
- полноты – содержать максимум того, что необходимо знать заинтересованным лицам и включать все необходимые комментарии;

– релевантности – должна быть связана с действиями, которые предусматривают получение желаемых результатов (для этого необходимо знать сферу применения информации и ее источник).

Современные информационные ресурсы обладают такими свойствами, как неисчерпаемость и возобновляемость; сохранение и увеличение независимо от использования; потенциальность использования в будущем.

Заключение

Значение информации в системе экономической безопасности предприятия можно сформулировать таким образом: во-первых, информация является неотъемлемой частью ведения бизнеса и необходима для поддержки всех аспектов обеспечения экономической безопасности предпринимательских структур; во-вторых, информация является стратегическим общим деловым ресурсом, который регулируется соответствующими нормативно-правовыми актами; в-третьих, информация является охраняемой и доступной для общественности в соответствии с законодательными и директивными требованиями; в-четвертых, цифровая экономическая информация важна для успешного ведения экономической деятельности предприятия; в-пятых, управление информацией должен осуществлять менеджер каждого структурного звена.

Эффективное управление информацией в системе обеспечения экономической безопасности должно основываться на оптимальных входящих и исходящих информационных потоках, что дает возможность принимать эффективные управленческие решения.

Список литературы

1. Берлач, А. І. Інформаційна безпека бізнесу / А. І. Берлач. – Київ : Університет «Україна», 2007. – 280 с.
2. Зубок, М. І. Безпека підприємницької діяльності: нормативно-правові документи комерційного підприємства, банку / М. І. Зубок, Р. М. Зубок. – Київ : Істина, 2008. – 144 с.
3. Матвієнко, О. В. Інформаційний менеджмент: опорний конспект лекцій у схемах і таблицях / О. В. Матвієнко, М. Н. Цивін. – Київ : Слово, 2007. – 200 с.
4. Авраменко, Н. Г. Место и роль сбалансированной системы показателей в системе управления стратегией / Н. Г. Авраменко // Менеджмент в России и за рубежом. – 2008. – № 6. – С. 49–56.
5. Бабанова, Ю. В. Теоретико-методологические основы экономической безопасности хозяйствующих субъектов : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Бабанова Юлия Владимировна ; ГОУВПО «Челябинский государственный университет». – Челябинск, 2004. – 21 с. – Место защиты: ГОУВПО «Челябинский государственный университет».
6. Василенко, А. В. Менеджмент устойчивого развития предприятий : монография / А. В. Василенко. – Киев : Центр учебной литературы, 2005. – 648 с.
7. Гончаренко, Л. П. Управление безопасностью / Л. П. Гончаренко, Е. С. Куценко. – Москва : КНОРУС, 2005. – 272 с.
8. Економіка підприємства / за загальною редакцією С. Ф. Покропивного. – Київ : КНЕУ, 2003. – 608 с.
9. Охріменко, В. М. Інформаційні системи і технології на підприємствах : конспект лекцій / В. М. Охріменко, Т. Б. Воронкова. – Харків : ХНАМГ, 2006. – 185 с.

О. И. Черноус, Е. А. Новицкая
Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка
Значение информации в системе обеспечения экономической безопасности
предпринимательских структур

В статье представлена трактовка информации и показана ее роль в обеспечении экономической безопасности предпринимательских структур. Приведена классификация информации в системе экономической безопасности по укрупненным признакам, таким как назначение, качество, возможность использования. Рассмотрены основные блоки информационного обеспечения внутри предпринимательских структур, к которым отнесены технико-технологический, политико-правовой, рыночный, интеллектуально-кадровый, экологиче-

ский, планово-экономический, финансово-инвестиционный. Представлена взаимосвязь информационных потоков с критериями оценки и индикаторами экономической безопасности.

В публикации показано значение информации в системе экономической безопасности предприятия по следующим направлениям: во-первых, информация является неотъемлемой частью ведения бизнеса и необходима для поддержки всех аспектов обеспечения экономической безопасности предпринимательских структур; во-вторых, информация является стратегическим общим деловым ресурсом, который регулируется соответствующими нормативно-правовыми актами; в-третьих, информация является охраняемой и доступной для общественности в соответствии с законодательными и директивными требованиями; в-четвертых, цифровая экономическая информация важна для успешного ведения экономической деятельности предприятия; в-пятых, управление информацией должен осуществлять менеджер каждого структурного звена.

ИНФОРМАЦИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОТОК, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

O. I. Chornous, E. A. Novitskaia

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka

The Information Value in the System of Ensuring the Economic Security of the Business Structures

The article presents the information interpretation and shows its role in ensuring the economic security of the business structures. The information classification in the system of the economic security according to the aggregative features, such as the purpose, quality, and possibility of use is given. The main blocks of the information support within business structures, which include technical and technological, political and legal, market, intellectual and human resources, environmental, planning and economic, financial and investment blocks are considered. The interrelation of the information flows with the evaluation criteria and indicators of the economic security is presented.

The publication shows the information importance in the system of the enterprise economic security in the following areas: firstly, information is an integral part of conducting business and it is necessary to support all aspects of ensuring the economic security of the business structures; secondly, the information is a strategic common business resource that is regulated by the relevant regulations; thirdly, the information is protected and accessible to the public in accordance with the legislative and directory requirements; fourthly, the digital economic information is important for the successful conduct of the enterprise economic activities; fifthly, the information management should be carried out by the manager of each structural unit.

INFORMATION, INFORMATION FLOW, ECONOMIC SECURITY, ECONOMIC INFORMATION

Сведения об авторах:

О. И. Черноус

SPIN-код: 6362-9293

Телефон: +38 (071) 436-76-87

Эл. почта: kseniya_1382@mail.ru

Е. А. Новицкая

Телефон: +38 (071) 436-76-87

Эл. почта: kseniya_1382@mail.ru

Статья поступила 09.03.2021

© О. И. Черноус, Е. А. Новицкая, 2021

Рецензент: С. А. Легкий, канд. экон. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

М. М. Гуменюк, канд. экон. наук, Т. В. Гоман

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

РАЗРАБОТКА АБСТРАКТНОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

Актуализирован вопрос повышения качества сервиса оператора связи путем разработки мобильного приложения для абонентов сети. В ходе исследования проведен анализ принципов работы мобильного приложения, на основе которого выявлены основные функциональные возможности разрабатываемой информационной системы. Использование методологии объектно-ориентированного проектирования и языка визуального моделирования UML дало возможность разработать абстрактную модель функционирования мобильного приложения, позволяющую изучить статическую структуру и динамические аспекты взаимодействия пользователей с компонентами информационной системы.

Ключевые слова: мобильное приложение, методология UML, информационные технологии, диаграмма, проектирование, информационная система

Введение

В настоящее время наиболее жизнеспособным мобильным оператором оказывается тот, который ориентирован на клиента и удовлетворение его потребностей. Во всем мире у операторов сотовой связи наблюдается снижение доходов от голосовой связи и SMS/MMS. Причиной этого служат два фактора: конкуренция между операторами и изменение модели потребления коммуникационных услуг абонентами.

Операторы, стремясь обеспечить высокую доходность, стараются играть на смежных рынках, а рынок мобильных приложений и его инфраструктура представляют для них одно из приоритетных направлений развития. Разработка приложений для мобильных устройств – это процесс, при котором приложения разрабатываются для небольших портативных устройств, таких как мобильные телефоны, смартфоны, коммуникаторы (КПК), планшеты. Эти приложения могут быть предустановлены на устройство в процессе производства, загружены пользователем с помощью различных платформ для распространения ПО или являться веб-приложениями, которые обрабатываются на стороне клиента (JavaScript) или сервера. В настоящее время мобильные приложения находятся на пике своей популярности. Количество разработчиков мобильных приложений увеличивается, количество доступных приложений растет, а также и число их загрузок. Все больше компаний заинтересованы в разработке своего приложения, которое поможет им добиться успеха в своей отрасли и обойти конкурентов. Таким образом, мобильные приложения стали одним из главных трендов в развитии информационных технологий.

Анализ исследований и публикаций

Вопросам рассмотрения ключевых принципов функционирования предприятий мобильной связи, а также аспектам формирования стратегических инициатив относительно обеспечения достаточного уровня качества предоставляемых услуг посвящены работы таких ученых, как О. А. Иванов [1], М. А. Гладкова, Н. А. Зенкевич, А. А. Сорокина, [2], В. Ю. Бабков [3], В. В. Алексеева, Е. А. Васильева, Е. Е. Володин, Е. А. Голубицкая, А. В. Каминский, О. А. Лукашова, И. П. Солодова, Д. Стейнбок, О. М. Харькин, М. Ю. Черных и др.

Исследованию состояния и развития телекоммуникационного рынка России посвятили труды В. С. Панфилов, Ю. А. Бакман (о развитии сотовой связи в России), В. А. Сидоренко

(об особенностях конкуренции на российском рынке услуг мобильной связи), М. И. Арбатова [4], А. Г. Бельтов [5], Э. Вейл [6], В. В. Соколова [7].

Однако вопросам визуализации процесса создания мобильного приложения, исследованию особенностей его работы путем построения абстрактной модели, позволяющей представить статическую структуру разрабатываемого программного продукта и динамические аспекты его взаимодействия с конечными пользователями, уделяется недостаточно внимания, что требует проведения дальнейших исследований в данном направлении.

Цель работы – исследование принципов работы мобильного приложения оператора связи и визуализация абстрактной модели его функционирования на основе использования объектно-ориентированного метода проектирования.

Основной материал исследования

Современный этап развития информационных технологий характеризуется стремительными темпами роста количества разрабатываемых мобильных приложений, и соответственно появлением новых разработчиков на рынке инфокоммуникационных товаров и услуг.

Так, продажи приложений для iOS и Android в 2020 году выросли на 25 % и достигли \$112 млрд. Об этом свидетельствуют данные платформы App Annie. Согласно обнародованной статистике, \$81 млрд в 2020 году было потрачено по всему миру на игры и \$31 млрд на остальные приложения. На App Store пришлось 65 % выручки, однако расходы в Google Play выросли почти на 30 %.

Во всем мире число загрузок в App Store и Google Play по итогам 2020 года превысило 130 млрд, что на 10 % больше показателей прошлого года. Обычно подобный рост характерен для развивающихся рынков, но в 2020-м пандемия коронавируса COVID-19 стимулировала спрос на мобильные решения для работы, учебы и развлечений. При этом на игры пришлось 53 млрд скачиваний, на остальные приложения – 77 млрд скачиваний [8].

Итак, если в 2008 году, в год запуска App Stores, рынок мобильных приложений только формировался, то к настоящему времени рынок вступил в фазу активного роста.

Мобильные приложения – это программные продукты, разработанные специально для мобильных устройств, смартфонов, планшетных компьютеров или других мобильных устройств. Мобильные приложения распространяются через магазины приложений: Apple App Store, Google Play, Windows Phone Store, BlackBerry App World и др. Мобильные приложения помогают решать различные прикладные задачи: от мобильной картографии и приема электронной почты до узкоспециализированных функций. Они призваны облегчить жизнь пользователей мобильных устройств, а также ее разнообразить [9].

Популярные мобильные приложения оцениваются по таким критериям, как функциональность, безопасность, удобство пользования, производительность и надежность, а также информативность и достоверность сведений о приложениях в онлайн-магазинах [10].

Нередко мобильные операторы предлагают для своих клиентов установить на своем мобильном устройстве собственные приложения. Установить мобильное приложение своего оператора необходимо хотя бы для того, чтобы проверить, не подключены ли дополнительные услуги, такие как: удержание на линии, новости и прочее. Также особое внимание уделяется возможности приложений управлять тарифным планом, а именно – смены тарифного плана или его настройки под нужды и потребности клиентов. Простота и качество навигации, помощь в приложении, демонстрация статус-бара устройства и использование стандартных жестов – все это параметры удобства пользования приложением.

Глава TelecomDaily Денис Кусков рекомендует время от времени не только проверять дополнительные услуги, но и контролировать состояние счета в личном кабинете приложения, количество входящих и исходящих минут, а также интернет-трафик: «Это необходимо

для того, чтобы у пользователя не было необходимости внезапно докупать трафик или минуты разговора. По итогу приходится докупать минуты или гигабайты, а в редких случаях можно вообще остаться без связи. Именно поэтому необходимо регулярно контролировать расход трафика и минут в личном кабинете мобильного приложения» [11].

Приказом Росстандарта от 10 июля 2018 года утвержден национальный стандарт 277-2018 «Российская система качества. Сравнительные испытания мобильных приложений для смартфонов» [12]. Документ был введен в действие с 1 октября 2018 года сроком на 3 года. В 2021 году стандарту присвоят статус ГОСТ Р.

В описании стандарта говорится, что мобильное приложение должно требовать «абсолютный минимум разрешений» для работы, а также объяснять, зачем они нужны. Кроме этого, приложение должно предоставлять пользователю «однозначно трактуемую политику конфиденциальности», информировать его к каким личным сведениям оно получает доступ, какие данные собираются и передаются, как они используются и хранятся, как обеспечивается их безопасность, и кто может получить к ним доступ. За пользователем должно сохраняться право контролировать сбор данных или отказываться от него вовсе. Отдельно оговаривается, что все персональные данные пользователей должны храниться в России.

В настоящее время различные сервисы прочно вошли в обиход многих людей. Разрабатываемое мобильное приложение позволит в режиме реального времени предоставлять информацию о мобильном операторе.

Рассмотрим принципы работы мобильного приложения на примере действующего в Донецкой Народной Республике мобильного оператора «Феникс». В рамках проведенного исследования проанализирована модель информационной системы, осуществляющей переход на сайт мобильного оператора «Феникс» с возможностью просмотра:

- главной страницы;
- тарифов;
- услуг;
- справочника;
- карты покрытия;
- вызова USSD-запросов.

Информационная система переключит на сайт оператора и на экране отобразится выбранный параметр. Ниже перечислены функциональные возможности разрабатываемой системы.

При использовании смартфона на базе Android приложение отображает параметры возможной навигации и переходов между страницами мобильного приложения:

- переход на главную страницу меню сайта мобильного оператора;
- отображение информации о тарифах мобильного оператора;
- отображение доступных услуг;
- отображение карты покрытия 3G и 4G сетей;
- набор из приложения USSD-запросов.

Процесс визуализации работы мобильного приложения оператора связи предполагает использование методологического инструментария проектирования. Наиболее удобным видится использование средств объектно-ориентированного метода разработки и языка моделирования UML, позволяющего рассмотреть как статические аспекты структуры разрабатываемого приложения, так и динамику его взаимодействия с конечными пользователями системы.

Визуальное моделирование в UML можно представить как некоторый процесс поуровневого спуска от наиболее общей и абстрактной концептуальной модели исходной системы к логической, а затем и к физической модели соответствующей программной системы. Для достижения этих целей вначале строится модель в форме так называемой диаграммы вариантов использования (use case diagram), которая описывает функциональное назначение

системы или, другими словами, то, что система будет делать в процессе своего функционирования. Диаграмма вариантов использования является исходным концептуальным представлением или концептуальной моделью системы в процессе ее проектирования и разработки.

Разработка диаграммы вариантов использования преследует цели:

- определить общие границы и контекст моделируемой предметной области на начальных этапах проектирования системы;
- сформулировать общие требования к функциональному поведению проектируемой системы;
- разработать исходную концептуальную модель системы для ее последующей детализации в форме логических и физических моделей;
- подготовить исходную документацию для взаимодействия разработчиков системы с ее заказчиками и пользователями.

Диаграмма вариантов использования проектируемого мобильного приложения представлена на рисунке 1.

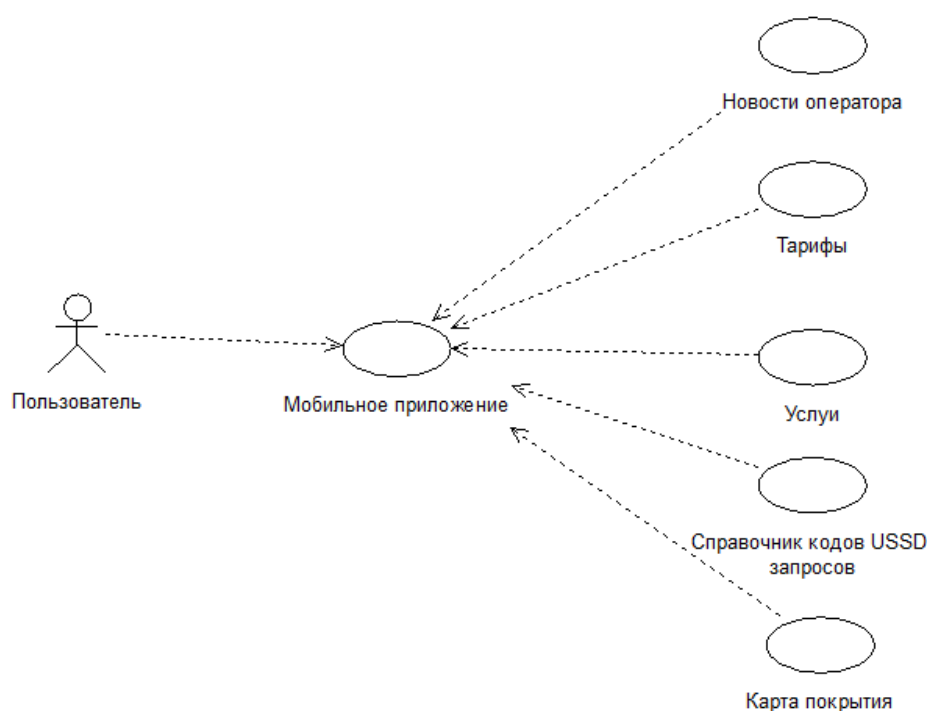


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования мобильного приложения

Суть данной диаграммы состоит в следующем: проектируемая система представляется в виде множества актеров или абонентов, взаимодействующих с мобильным приложением с помощью так называемых вариантов использования.

Центральное место в объектно-ориентированном проектировании занимает разработка логической модели системы в виде диаграммы классов.

Нотация UML предоставляет широкие возможности для отображения дополнительной информации (абстрактные операции и классы, стереотипы, общие и частные методы, детализированные интерфейсы, параметризованные классы). При этом возможно использование графических изображений для ассоциаций и их специфических свойств, таких как отношения агрегации, когда составными частями класса могут выступать другие классы.

Диаграмма классов (class diagram) служит для представления статической структуры модели системы в терминологии классов объектно-ориентированного программирования. Диаграмма классов может отражать, в частности, различные взаимосвязи между отдельными сущностями предметной области, такими как объекты и подсистемы, а также описывает их

внутреннюю структуру и типы отношений. На данной диаграмме не указывается информация о временных аспектах функционирования системы. С этой точки зрения диаграмма классов является дальнейшим развитием концептуальной модели проектируемой системы.

Приступая к непосредственному анализу выделенного прецедента, определимся с набором классов реальной системы, как совокупности пунктов меню (рисунок 2).

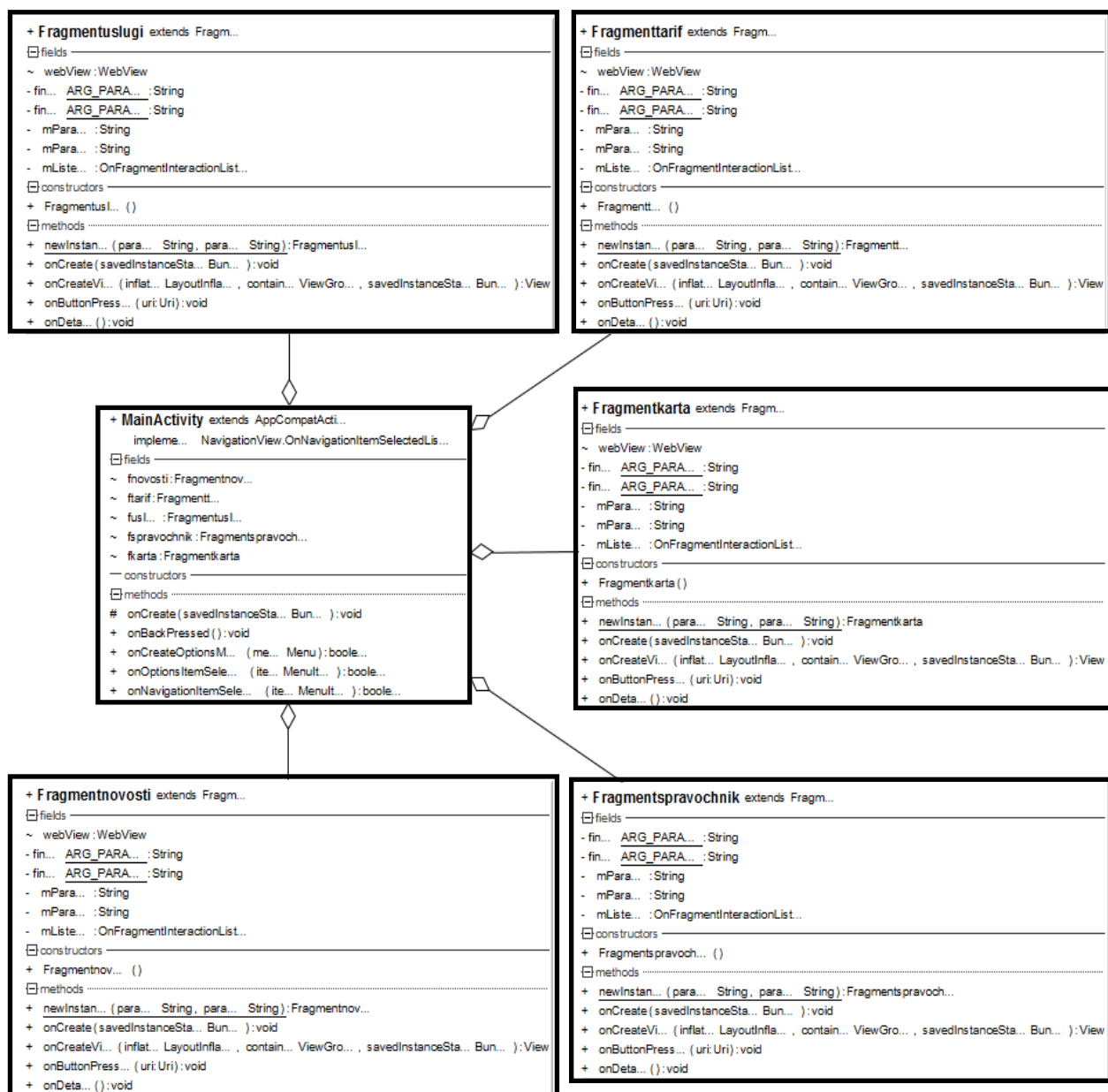


Рисунок 2 – Диаграмма классов мобильного приложения

Далее проанализируем использованные методы onCreate:

– onCreate() – метод вызывается при создании или перезапуске активности. Система может запускать и останавливать текущие окна в зависимости от происходящих событий. Внутри данного метода настраивается статический интерфейс активности. Инициализируются статические данные активности, связываются данные со списками и т. д. Связывается с необходимыми данными и ресурсами. Задается внешний вид через метод setContentView();

– onCreateView() – метод вызывается один раз, когда фрагмент должен загрузить на экран свой интерфейс. В этом методе можно использовать (inflate) разметку фрагмента через

метод `inflate()` объекта `Inflater`, который задан в параметре метода. В фрагментах без интерфейса разметку можно не использовать.

Метод `inflate()` принимает три аргумента:

- идентификатор ресурса макета, раздувание которого следует выполнить;
- объект класса `ViewGroup`, который должен стать родительским для макета после раздувания. Передача параметра `container` необходима для того, чтобы система смогла применить параметры макета к корневому представлению раздутого макета, определяемому родительским представлением, в которое направляется макет;
- логическое значение, показывающее, следует ли прикрепить макет к объекту `ViewGroup` (второй параметр) во время раздувания (в данном случае это `false`, потому что система уже вставляет раздутый макет в объект `container`, и передача значения `true` создала бы лишнюю группу представления в окончательном макете).

На диаграмме классов отношением агрегации, как особой разновидностью ассоциации, представляющей структурную связь целого с его частями, объединены классы: «Новости», «Тарифы», «Услуги», «Справочник», «Карта покрытия», «Вызов USSD-запросов» с главным классом приложения, поскольку при выполнении своих функций они зависят от приложения и наследуются от класса «`MainActivity`».

В языке UML взаимодействие элементов рассматривается в информационном аспекте их коммуникации, т. е. взаимодействующие объекты обмениваются между собой некоторой информацией. При этом информация принимает форму законченных сообщений. Другими словами, хотя сообщение и имеет информационное содержание, оно приобретает дополнительное свойство оказывать направленное влияние на своего получателя. Это полностью согласуется с принципами объектно-ориентированного программирования, когда любые виды информационного взаимодействия между элементами системы должны быть сведены к отправке и приему сообщений между ними.

Для моделирования взаимодействия объектов в языке UML используются соответствующие диаграммы взаимодействия. Говоря об этих диаграммах, имеют в виду два аспекта взаимодействия. Во-первых, взаимодействия объектов можно рассматривать во времени, и тогда для представления временных особенностей передачи и приема сообщений между объектами используется диаграмма последовательности.

Ранее, при изучении диаграмм состояния и деятельности, было отмечено одно немаловажное обстоятельство. Хотя рассмотренные диаграммы и используются для спецификации динамики поведения систем, время в явном виде в них не присутствует. Однако временной аспект поведения может иметь существенное значение при моделировании синхронных процессов, описывающих взаимодействия объектов. Именно для этой цели в языке UML используются диаграммы последовательности.

Диаграмма последовательности работы мобильного приложения представлена на рисунке 3.

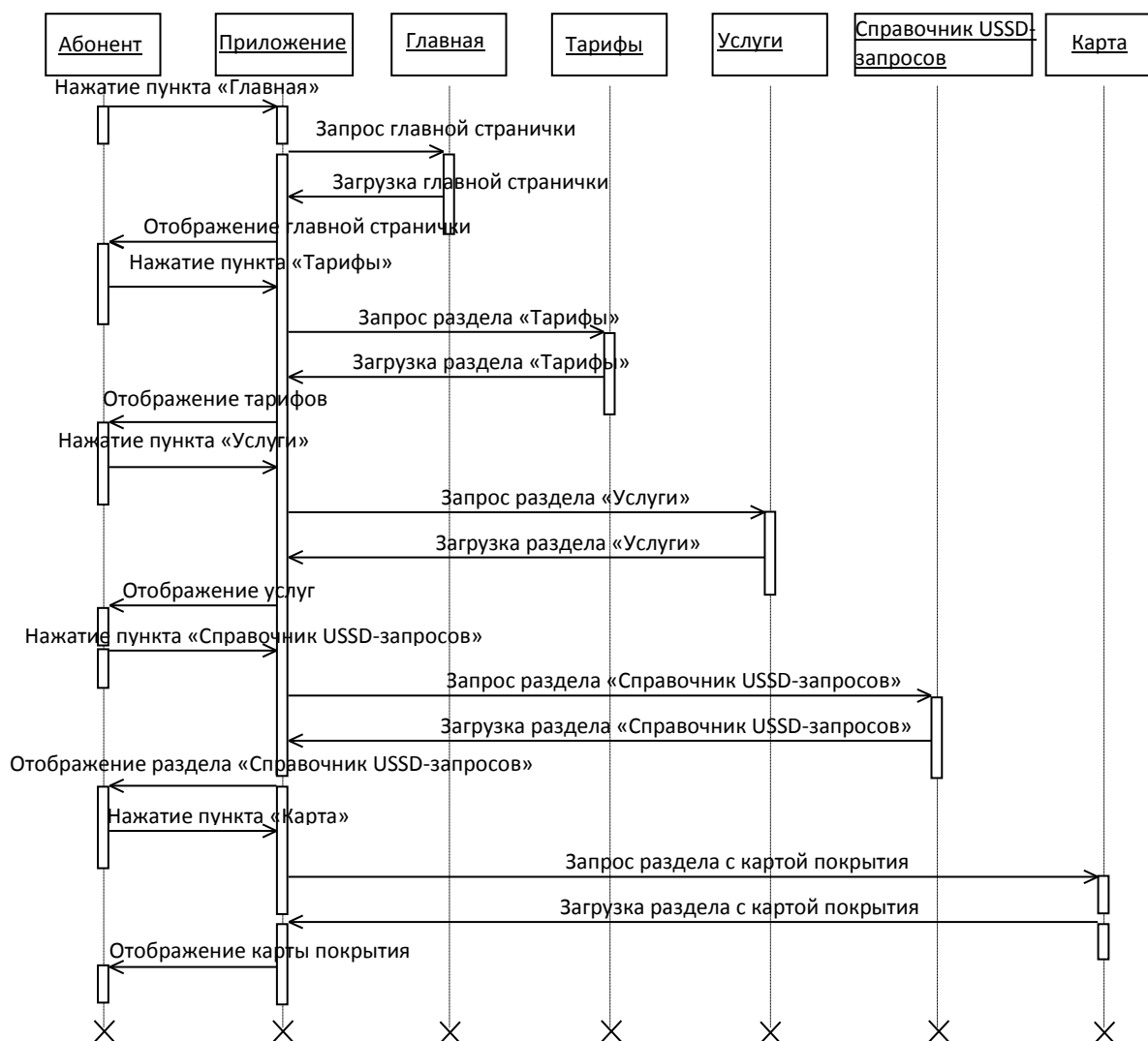


Рисунок 3 – Диаграмма последовательности основного сценария рассмотрения модели

В диаграмме последовательности взаимодействуют семь объектов (Абонент, Приложение, Главная, Тарифы, Услуги, Справочник USSD-запросов, Карта) со следующими сообщениями:

- 1 – нажатие пункта «Главная»;
- 2 – запрос главной страницы;
- 3 – загрузка главной страницы;
- 4 – отображение главной страницы;
- 5 – нажатие пункта «Тарифы»;
- 6 – запрос раздела «Тарифы»;
- 7 – загрузка раздела «Тарифы»;
- 8 – отображение тарифов;
- 9 – нажатие пункта «Услуги»;
- 10 – запрос раздела «Услуги»;
- 11 – загрузка раздела «Услуги»;
- 12 – отображение услуг;
- 13 – нажатие пункта «Справочник USSD-запросов»;
- 14 – запрос раздела «Справочник USSD-запросов»;
- 15 – загрузка раздела «Справочник USSD-запросов»;
- 16 – отображение раздела «Справочник USSD-запросов»;

- 17 – нажатие пункта «Карта»;
- 18 – запрос раздела с картой покрытия;
- 19 – загрузка раздела с картой покрытия;
- 20 – отображение карты покрытия.

В данном случае альтернативные сценарии не рассматриваются, так как может поменяться только очередность посещения пунктов меню.

Рассмотрев систему последовательности мобильного приложения в каждый момент времени ее функционирования, можно выделить определенные стадии, в которых может находиться конкретный объект системы в любой период времени своей «жизни», и переходы, под которыми понимаются изменения одного состояния объекта (исходное состояние) на другое (целевое состояние).

Выводы

В ходе проведенного исследования обоснована необходимость внедрения мобильного приложения оператора связи «Феникс» с целью повышения качества сервиса обслуживания абонентов сети. Согласно этапам проведения проектных работ, после сбора необходимой информации, результаты проведенного исследования были представлены в виде абстрактной модели информационной системы, элементы которой построены с помощью объектно-ориентированного метода проектирования и языка моделирования UML. Процесс визуализации затронул два аспекта исследуемой системы. Так, были построены диаграммы прецедентов и классов, которые позволили рассмотреть структуру информационной системы и выявить основные объекты, их связи и функциональные возможности. Динамический аспект в работе представлен диаграммой последовательности, которая позволила проанализировать процесс взаимодействия абонента мобильной сети с компонентами программного продукта.

Таким образом, результаты объектного анализа, представленные прецедентами проектируемого приложения, абстракциями классов с четко прописанными связями, методами и реализуемыми событиями, на основе которых реализуются ключевые функции разрабатываемого мобильного приложения, являются основанием для разработки физической модели приложения. Представленная абстрактная модель позволит разработчикам приложения понять каким должно быть приложение, а именно: какая информация должна быть доступна для клиента, порядок ее представления, как должны взаимодействовать между собой основные его компоненты.

Список литературы

1. Иванов, О. А. Контроль качества услуг – новый ориентир развития сотовой связи России / О. А. Иванов // Век качества. – № 4. – 2014. – С. 8–12.
2. Гладкова, М. А. Методика интегральной оценки и выбора качества услуг и ее реализация на примере рынка мобильной связи Санкт-Петербурга / М. А. Гладкова, Н. А. Зенкевич, А. А. Сорокина // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия: Менеджмент. – Вып. 3. – 2011. – С. 60–95.
3. Бабков, В. Ю. Качество услуг мобильной связи. Оценка, контроль и управление / В. Ю. Бабков. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2016. – 459 с.
4. Арбатова, М. И. Мобильные связи / М. И. Арбатова. – Москва : АСТ, 2016. – 558 с.
5. Технологии мобильной связи. Услуги и сервисы / А. Г. Бельтов, И. Ю. Жуков, Д. М. Михайлов, А. В. Стариковский. – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 208 с.
6. Вейл, Э. HTML5. Разработка приложений для мобильных устройств / Э. Вейл. – Москва : Питер, 2014. – 818 с. – ISBN 978-5-496-01125-9.
7. Соколова, В. В. Разработка мобильных приложений / В. В. Соколова. – Томск : ИТПУ, 2011. – 175 с.
8. Мобильные приложения. Мировой рынок. – Текст : электронный // TADVISER: Государство. Бизнес. ИТ : [сайт]. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Мобильные_приложения_%28мировой_рынок%29.
9. Рынок мобильных приложений в России и мире. – Текст : электронный // Аналитический отчет компании J'son & Partners Consulting : [сайт]. – URL: https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rynok-mobilnyh-prilojeniy-v-rossii-i-mire.

10. Гуменюк, М. М. Ключевые критерии оценки качества услуг мобильного оператора / М. М. Гуменюк, В. В. Поздняков // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты : материалы Четвертой международной научно-практической конференции, г. Горловка, 29 марта 2019 г. / ответственный редактор Е. П. Мельникова, Е. Ю. Руднева, О. Л. Дариенко. – Горловка : АДИ ДОННТУ, 2019. – С. 265 – 269.
11. В исследование вошли мобильные приложения большой четверки и виртуальных операторов. – Текст : электронный // Компания 24Gadget.ru : [сайт]. – URL : <https://24gadget.ru/1161069137-v-issledovanie-voshli-mobilnye-prilozhenija-bolshoj-chetverki-i-virtualnyh-operatorov.html>.
12. Стандарт разработки мобильных приложений (Нацстандарт 277-2018) // TADVISER: Государство. Бизнес. ИТ : [сайт]. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Стандарт_разработки_мобильных_приложений_\(Нацстандарт_277-2018\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Стандарт_разработки_мобильных_приложений_(Нацстандарт_277-2018)).

М. М. Гуменюк, Т. В. Гоман

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Разработка абстрактной модели работы мобильного приложения оператора связи

В условиях высокой конкурентной борьбы для операторов мобильной связи рынок мобильных приложений и его инфраструктура представляют одно из приоритетных направлений развития. Мобильные приложения стали одним из главных трендов в развитии информационных технологий. В настоящее время мобильные приложения находятся на пике своей популярности. Количество мобильных приложений в мире увеличивается и все больше компаний заинтересованы в разработке своего приложения, которое поможет им добиться успеха в своей отрасли и обойти конкурентов. Особенно данная тенденция актуальна для компаний мобильной связи, так как мобильность, скорость доступа и обработки данных является ключевым фактором, определяющим уровень качества услуг и сервиса обслуживания абонентов сети.

Целью статьи является исследование принципов работы мобильного приложения оператора связи и визуализация абстрактной модели его функционирования на основе использования объектно-ориентированного метода проектирования.

Результаты проведенного исследования позволили перейти к разработке проекта мобильного приложения оператора связи, что предполагает построение его абстрактной модели. С целью выделения особенностей распределения функциональной нагрузки между компонентами приложения и конкретизации свойств и методов выделенных классов системы в работе был использован объектно-ориентированный метод проектирования и язык моделирования UML. Процесс проектирования и визуализации модели затронул два аспекта исследуемой системы. Так, изначально были построены диаграммы прецедентов и классов, которые позволили рассмотреть структуру информационной системы и выявить основные объекты, их связи и функциональные возможности. Диаграмма вариантов использования позволила представить систему в виде множества актеров или абонентов, взаимодействующих с мобильным приложением с помощью так называемых вариантов использования. Среди основных вариантов использования следует отметить ключевые сервисы мобильного оператора: тарифы, новости, услуги, справочник USSD-запросов, карта покрытия. Диаграмма классов позволила проанализировать внутреннюю структуру и состав функциональных классов системы, выявить типы связей между ними, провести подробную спецификацию свойств, методов и реализуемых событий, что является исходной информацией для физической реализации проектируемого приложения.

Исследование динамических свойств проектируемого приложения было проведено с помощью диаграммы последовательности, которая позволила выделить основные состояния, в которых может находиться конкретный объект системы в любой период времени своей «жизни», и переходы, под которыми понимаются изменения одного состояния объекта на другое.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что представленная абстрактная модель позволит разработчикам приложения понять какая информация должна быть доступна для его пользователей, порядок ее представления, как должны взаимодействовать между собой основные его компоненты, что значительно упростит создание физической модели приложения, использование которой оператором связи «Феникс» позволит повысить качество обслуживания абонентов сети.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ, МЕТОДОЛОГИЯ UML, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ДИАГРАММА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА

M. M. Gumeniuk, T. V. Goman

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
An Abstract Model Development of the Mobile Application of the Telecoms Operator

In the highly competitive environment for mobile operators, the mobile applications market and its infrastructure represent one of the priority development areas. Mobile applications have become one of the main trends in the development of the information technology. Mobile apps are currently at their peak of popularity. The number of mobile applications in the world is increasing and more and more companies are interested in their own application development that will help them succeed in their industry and outmarket competitors. This trend is especially relevant for mobile companies, since mobility, speed of access and data processing are key factors that determine the level of the service quality and the service of the network subscribers.

The purpose of the article is to study the principles of the telecom operator mobile application and the visualization of an abstract model of its functioning based on the use of the object-oriented design method.

The results of the conducted study made it possible to proceed to the development of the mobile application project for a telecom operator, which involves the construction of an abstract model. In order to highlight the features of the functional load distribution between the application components and concretize the properties and methods of the selected classes of the system, the object-oriented design method and the UML modelling language were used in the work. The design and visualization process of the model affected two aspects of the system under study. So, initially, test case and class diagrams, which made it possible to consider the structure of the information system and identify the main objects, their connections and functionality, were built. The use case diagram made it possible to represent the system as a set of actors or subscribers interacting with a mobile application through the so-called use cases. Among the main use cases, the key services of the mobile operator should be noted: tariffs, news, services, a reference book for USSD requests, a coverage map. The class diagram made it possible to analyze the internal structure and composition of the functional classes of the system, to identify the types of connections between them, to carry out a detailed specification of properties, methods and realizable events, which is the initial information for the physical implementation of the designed application.

The study of the dynamic properties of the designed application was carried out using a sequence diagram, it made it possible to identify the main modes in which a specific object of the system can be at any period of time of its «life», and transitions, which are understood as changes from one mode of the object to another.

The practical significance of the research results lies in the fact that the presented abstract model will allow application developers to understand what information should be available to its users, the order of its presentation, how its main components should interact with each other, which will greatly simplify the creation of the physical application model, the use of which will allow the operator Phoenix to improve the service quality to the network subscribers.

MOBILE APP, UML METHODOLOGY, INFORMATION TECHNOLOGY, DIAGRAM, DESIGN, INFORMATION SYSTEM

Сведения об авторах:

М. М. Гуменюк

SPIN-код: 2222-2932
 SCOPUS ORCID ID: 0000-0003-2322-1861
 Телефон: +38 (071) 412-79-07
 Эл. почта: misha_gumenyuk@mail.ru

Т. В. Гоман

Телефон: +38 (071) 421-42-03

Статья поступила 24.02.2021

© М. М. Гуменюк, Т. В. Гоман, 2021

Рецензент: В. Л. Николаенко, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

В. О. Бессарабов, канд. экон. наук

**ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк**

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭВОЛЮЦИОННО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РАЗВИТИЮ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Статья посвящена реализации эволюционно-исторического подхода к развитию теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности. В ходе исследования сформирован вектор развития исследуемой теории и методологии, структурно состоящий из двух логически обусловленных плоскостей (научные и специализированные знания, а также исторический опыт людей в вопросах экономической безопасности).

Ключевые слова: экономическая безопасность, предпринимательская деятельность, теория экономической безопасности, методология экономической безопасности

Постановка проблемы

Обеспечение экономической безопасности как сейчас, так и долгое время являлось исключительно внутренним делом субъектов предпринимательской деятельности. Однако генезис таких наук, как арифметика, право, экономическая теория служил фундаментом для развития теории и методологии обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности, несмотря на то, что ученые редко уделяют этому внимание. Прогресс общества все время требовал развития способов защиты имущественных интересов, который возможен лишь при условии ретроспективного, перспективного и реального осознания событий и фактов хозяйственной жизни субъектов, их анализа и синтеза ради теоретической научной систематизации и практической деятельности.

Вышесказанное подчеркивает, что современный подход к развитию теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности должен учитывать динамику, особенности развития социальных и экономических отношений на уровне отдельного предприятия и быть ориентированным на междисциплинарные исследования. Таким подходом, как уже было отмечено ранее [1], является эволюционно-исторический, направленность которого определяется двумя плоскостями: научной систематизацией и специализированными знаниями и знаниями, основанными на здравом смысле и ежедневном опыте людей в вопросах обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности.

Анализ последних исследований и публикаций

Результаты анализа специальной экономической литературы по исследуемой проблематике позволяют условно выделить четыре основных подхода к развитию теории и методологии обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности: философский (особо обратим внимание на работы А. А. Дробышевой и Ю. В. Лазарчук [2], Д. В. Удалова [3]), аналитический (нельзя обойти стороной исследования А. А. Борзунова [4], Т. Б. Оздоева [5], И. В. Стояненко и А. А. Лубенец [6]), юридический (следует подчеркнуть обстоятельность публикаций В. П. Капыша [7], Е. Н. Колесниковой [8]), синтетический подход (представляют интерес идеи И. В. Манаховой и Е. В. Левченко [9], Л. А. Омелянович и Г. Е. Долматовой [10], А. А. Шибановой [11]).

Однако выделенные подходы не имеют четких временных границ, поэтому не учитывают особенности эволюции общественных отношений, ежедневный опыт людей, а лишь констатируют специализированные знания и научные разработки предшественников. Имен-

но поэтому ни один из указанных подходов не отражает зависимости специализированных знаний по обеспечению экономической безопасности предпринимательской деятельности от социальных и экономических условий, в которых они формировались и развивались, подчеркивая тем самым целевую направленность статьи.

Учитывая то, что логика разработки эволюционно-исторического подхода к развитию теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности уже была детально рассмотрена ранее в [1], представленное исследование посвящено исключительно реализации указанного подхода.

Цель статьи заключается в реализации эволюционно-исторического подхода к развитию теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности.

Изложение основного материала исследования

Не вызывает сомнений тот факт, что необходимость обеспечения безопасности, в том числе и экономической, возникла одновременно с развитием человеческого общества, с усложнением всех хозяйственных процессов. При этом отсутствие в первобытном обществе товарно-денежных отношений давало возможность противодействовать только банальным фактам мошенничества (например, сокрытию собранных ягод во время их распределения или ткани во время производства одежды).

Вполне логичным является то, что коллективный труд, общественная собственность на предметы и средства труда способствовали необходимости примитивного противодействия мошенничеству как с позиций количества, так и качества. Следовательно, изучая процессы, которые происходили в Древнем мире, приходим к выводу о том, что в основе развития методологии обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности лежат две составляющие: письменность и математика (арифметика).

Развитие методологии обеспечения экономической безопасности, по нашему мнению, напрямую связано с возникновением примитивного учета в государствах, расположенных в долинах рек Тигр и Евфрат, где учет вели на папирусе, а в дальнейшем – на бумаге. Так, документы шумерской цивилизации, которые были подробно проанализированы В. И. Кноррингом, свидетельствуют о том, что «древние менеджеры прекрасно понимали важность таких элементов административного управления, как инвентаризация, регистрация фактов, организационная отчетность и контроль» [12, с. 17]. Очевидно, что, согласно В. И. Кноррингу, «элементы административного управления» и были самыми первыми методами обеспечения экономической безопасности.

В эпоху рабовладельческого строя одно из первых упоминаний о применении одного из методов обеспечения экономической безопасности (речь идет об инвентаризации) встречается в Древнем Египте (3400–2980 гг. до н. э.), в котором через каждые два года проводились инвентаризации движимого и недвижимого имущества как государства, так и отдельных лиц. Обеспечению экономической безопасности способствовал и ежедневный анализ, а также подсчет остатков денежных средств, товаров, на что было указано Л. Борхардом [13].

Ключевой вехой для цивилизации стало появление первых монет (V в. до н. э.) и зарождение денежных отношений, что способствовало выделению качественно нового предмета мошенничества – денежных средств. Однако это не единственный итог появления денег.

По нашему мнению, благодаря письменности и развитию денежных отношений (а значит, и формированию иного взгляда на цену тех или иных товаров, услуг) обеспечение экономической безопасности может рассматриваться в качестве системного явления, имеющего свой объект (отношения собственности), расширенный состав предметов (например,

весь спектр имущества), субъект (например, представители домохозяйств или государственные служащие) и непосредственно сам процесс их взаимодействия.

Активное развитие строительства, сельского хозяйства и других отраслей приводило к усложнению способов и методов обеспечения экономической безопасности и формированию специальных комиссий на уровне государства, на которые были возложены соответствующие функции. Влаемминк Ж. А. утверждает, что в Египте начали составлять сметы расходов и контролировать их соблюдение хозяйствующими субъектами, подтверждая это документами (2500–2400 гг. до н. э.). Руководитель соответствующей государственной комиссии ежедневно заслушивал отчет руководителей субъектов хозяйствования и детально анализировал возможные причины отклонений, а затем на протяжении времени наблюдал за их деятельностью [14, с. 16–25].

Многочисленные попытки охраны общественных отношений собственности предпринимались во всех древних государствах (согласно [15–16]). Здесь уместно привести высказывание Цицерона: «С появлением собственности на земле возникла необходимость ее охраны и обеспечения безопасности ее владельцев» [16, с. 411].

При этом охрана общественных отношений проходила под влиянием единовластия, т. е. любые контрольные мероприятия санкционировались только государственной властью (например, в Индии царь одновременно был главным контролером, председателем, своего рода, фискальной администрации и верховным судьей). На уровне примитивной предпринимательской деятельности условное закрепление отношений собственности произошло только в VIII в. посредством разработки кодекса торгового права («Кодекс Бокхориса»).

Во времена правления Дария (522–486 гг. до н. э.) в Персии существовали посланники, которых называли «глазами и ушами царя», которые не только фиксировали факты мошенничества с государственным имуществом, но и разрабатывали комплекс мероприятий по комплексному обеспечению экономической безопасности как субъектов хозяйствования, так и государства [15, с. 35].

В Вавилоне уполномоченные представители государства регулярно проверяли у субъектов хозяйствования наряды на выполненные работы, а сами руководители активно сопоставляли документы и сверяли их. Так, известны отчеты о работе прядильных мастерских. Работница получала из комнаты шерстяную пряжу по массе, в зависимости от ее качества в пределах установленных норм [15].

В это же время в Древней Греции кроме материальных ценностей значительное внимание хозяйствующие субъекты начинают уделять соотношению доходов и расходов, так как с этим связана уплата налога, а в обязанности специальных представителей государства входила сверка отчетов о доходах и расходах государства и их контроль [15, с. 13].

Широко была распространена практика защиты общественных отношений собственности в Древней Греции. Так, для обеспечения экономической безопасности субъектов хозяйствования систематически проводились так называемые «слушания» бухгалтеров, которые лично представляли отчеты деятельности не только перед государственными органами, но и своими работодателями. Расширение хозяйственной деятельности отдельных владельцев и желание сохранить свою собственность привело к тому, что на данном этапе объектом экономической безопасности стала выступать деятельность управленцев.

В целом для социально-экономического развития Древней Греции характерны регулярные сверки субъектами хозяйствования отдельных документов и их сопоставление с данными правительственных контролеров, которые проверяли документы всех должностных лиц после окончания их полномочий. При этом обеспечение экономической безопасности своей деятельности осуществлялось на основе анализа документооборота (который, как можно предположить, строго регламентировался) и результатах сравнения фактических данных с документально оформленными.

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что обеспечение экономической безопасности в Древнем мире осуществлялось преимущественно на макроуровне и государством. В свою очередь, возникновение частной собственности постепенно смещало акцент противодействия угрозам экономической безопасности от государственных представителей к владельцам и управленцам. Именно в конце рабовладельческого строя и в начале феодального, в связи с упадком развития техники и хозяйствования, достигнутый уровень развития государственного надзора (контроля) был перенят субъектами хозяйствования.

Однако для отечественной истории характерно другое положение дел. По мнению С. Шкарлет [17, с. 7], сам термин «безопасность» на территории древнерусского государства начал применяться только в середине XV в., вследствие реакции на агрессивные посягательства Золотой Орды, и в XVII в. В то время под термином «безопасность» понимали состояние покоя в результате отсутствия реальной опасности как физической, так и моральной в государственной и экономической сферах жизнедеятельности.

Древнерусское государство переходило к феодальной формации не от рабовладельческой, а от первобытнообщинной. Очевидное отличие от Древней Греции и ряда других древних государств заключается в том, что зависимым «производителем» становился не бывший раб, который был полностью лишен средств производства, а свободный общинник, заинтересованный в результатах своей работы, который владел земельным наделом, имел свое имущество и, как следствие, следил за его сохранностью.

По мере развития феодального строя противоречия между имущественными интересами различных участников хозяйственных отношений привели к тому, что торговцы с целью защиты своих прав и интересов начали оформлять со своими контрагентами документы о выполнении соглашений, для того чтобы предотвратить кражи товаров и денежных средств.

Вследствие развития товарного производства в XIII в. в Англии для обеспечения экономической безопасности активно использовался опрос своих работников с целью выявления краж товаров и денежных средств. Такая практика применялась и купцами Флоренции, Венеции, Генуи для проверки платежеспособности капитанов торговых судов, которым давали товары (на условиях последующей оплаты) для перепродажи в другие страны [18, с. 19].

Стремительный рост товарооборота привел к тому, что участились случаи мошенничества с денежными средствами. Испанские купцы использовали радикальные меры, которые сводились к тому, что сундук с деньгами и кассовыми документами имел три замка, ключи от которых были у трех разных людей [19, с. 20]. Кассовые документы постоянно сравнивались и анализировались на предмет излишков и недостач.

Активное применение разных проверок (документальной, арифметической) со стороны непосредственного собственника было характерно для крупных мануфактурных производств. Их основной первопричиной была необходимость предоставления отчета о целевом использовании полученной помощи со стороны государства. Уместно подчеркнуть, что нередко наблюдались случаи мошенничества со стороны государственных чиновников и мануфактурщиков, и это в конечном итоге привело к тому, что государство начало монополизировать мануфактуры, поддерживая капиталистов.

Результаты анализа специальной экономической литературы [20–22] позволяют утверждать, что существует четыре основных подхода к управлению: с позиций различных научных школ, ситуационный, системный, процессный. Не вдаваясь в критический анализ данных подходов и теорий управления (так как этому посвящено значительное количество исследований), отметим лишь их основную сущность, что позволит определить основные категории обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности и определить ее особенности в каждой из них.

Согласно [20–22], выделим пять основных школ теории управления: школа «научного менеджмента», школа «человеческих отношений», «эмпирическая» школа, школа «социальных систем», «новая школа науки управления».

Возникновение школы «научного менеджмента» произошло в начале прошлого века. Исторически первое направление в западной теории организационного управления также нередко называется «классическим» или «традиционным». В качестве методологической основы управления выступает словосочетание «человек – труд». Другими словами, теория предполагает последовательное и максимально возможное разделение труда работника на составные части с целью оптимизации и наиболее эффективного выполнения им своих должностных обязанностей.

Принципиальное разграничение трудовой деятельности от собственно управленческой и рассмотрения предприятия как закрытой системы является ключевой особенностью школы «научного менеджмента». Представители школы (Ф. Тейлор, А. Файоль, Л. Урвик и др.) впервые рассмотрели вопрос о дуализме организационно-управленческой функции, связанной, с одной стороны, с влиянием на технологический процесс, а с другой – с влиянием на деятельность работников. При этом человеческий фактор, мотивы поведения работников не рассматриваются в качестве факторов, оказывающих влияние на управленческую деятельность.

Изучение человеческого фактора, исследование возникновения конфликтов интересов, развитие мотивации деятельности сотрудников легли в основу формирования школы «человеческих отношений», представители которой (Э. Мэйо, Ф. Ротлисбергер, Д. Макгрегор и др.) ввели в теорию управления поведенческие элементы в интегрированном виде. Концепция партисипативной системы (подхода, процедуры) в управлении является систематизацией идей данной школы, которые сводятся к тому, что ключевыми при управлении являются отношения «человек – человек», «человек – группа». При этом уместно подчеркнуть, что такие отношения должны регулироваться исключительно групповыми нормами поведения, в том числе и создаваемыми неформальными объединениями работников, учитывающими социальные потребности работников при помощи формирования организационной культуры.

Эмпирическая школа управления возникла как попытка объединить ключевые идеи двух предыдущих школ. Представители (Э. Дейл, П. Друкер, Г. Саймон и др.) старались максимально гармонично соединить теоретические положения с практическими разработками. Своего рода квинтэссенцией этого стала социотехническая модель организации управления, которая основывается на зависимости внутригрупповых связей от технологии производства. В то же время ученые указали и на возможное обратное влияние социально-психологических качеств группы на производительность труда (речь идет о том, что в отдельных случаях следует допускать неформальное регулирование при принятии управленческих решений).

Представители школы «социальных систем» (Д. Марч, Г. Саймон, А. Этциони и др.) рассматривают предприятие как систему, моделируя организационные процессы, выстраивая их взаимосвязь и последовательность для того, чтобы достичь поставленных целей. Учеными была разработана интеракционистская модель, согласно которой предприятие рассматривается в качестве системы длительных коммуникаций между своими работниками. При этом одним из ключевых факторов успеха предприятия выступает способность управленческого персонала к контролю и анализу особенностей, последствий и тенденций развития внутригрупповых взаимоотношений работников.

Исследование процесса управления с использованием математических методов и современных технических средств лежит в основе идей, сформулированных представителями «новой школы науки управления» (Л. Берталанфи, К. Боулинг, Р. Акоф и др.). Основатели школы формируют нормативный подход к управлению, направленный на повышение рациональности принятия управленческих решений. В рамках «новой школы науки управления»

происходит объединение различных направлений исследований, среди них можно выделить «исследование операций», «системный анализ», «общую теорию систем», «эконометрику».

Учитывая вышесказанное, можно утверждать, что обеспечение экономической безопасности предпринимательской деятельности может рассматриваться как: совокупность четко регламентированных действий (школа «научного менеджмента»); меры по нейтрализации социально-психологических факторов, влияющих на работников (школа «человеческих отношений»); функция отдельных структурных подразделений субъектов предпринимательской деятельности, имеющих свои задачи и цели деятельности («эмпирическая школа»); реакция на выявленные посредством анализа коммуникационных связей, угрозы экономической безопасности (школа «социальных систем»); бизнес-процесс по оценке выявленных угроз экономической безопасности предпринимательской деятельности («новая школа науки управления»).

Следует отдельно отметить, что основные категории обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности в рамках каждой из теорий управления по существу тождественны, и только их формулировка отражает влияние отдельных положений и идей. В свою очередь, анализ особенностей обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности дает возможность прийти к выводу, что данный процесс должен предполагать разработку механизмов выявления и оценки ее угроз. Данный вывод будет положен нами в основу разработки концепции обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности на следующем этапе исследования.

При этом позиция, как следует разрабатывать такие механизмы и подходить к обеспечению экономической безопасности предпринимательской деятельности в целом, должна, по нашему мнению, опираться на результаты рассмотрения недостатков и преимуществ других основных подходов к управлению (ситуационного, системного и процессного), логически продолжая данный этап исследования.

Ситуационный подход ориентирует менеджеров на использование возможностей систематизированных научных знаний в конкретных ситуациях и условиях. Другими словами, в основе подхода лежит ситуация (определенное сочетание обстоятельств), которая влияет на деятельность предприятия в конкретный период времени. Учитывая это, принятие управленческих решений должно происходить не в соответствии с имеющимися планами, нормативами, а по мере возникновения потенциальных проблем. Следует подчеркнуть, что ситуационный подход требует значительного уровня децентрализации управления, а следовательно, обеспечивает необходимую адаптивность и гибкость организационной структуры, быструю реакцию на постоянно меняющиеся условия хозяйствования.

Сущность системного подхода к управлению заключается в том, что предприятие рассматривается как сложная открытая система, совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых элементов (подразделений, служб, отделов, процессов и т. д.), которые ориентированы на достижение единой цели. Применение данного подхода основано на общей теории систем и обеспечивает принятие комплексных и обоснованных управленческих решений как относительно деятельности предприятия в целом, так и функционирования его составных частей (элементов системы).

В современных условиях все большую актуальность приобретает процессный подход, так как управление не является единовременным комплексом действий, а выступает последовательностью таковых для достижения цели и задач функционирования предприятия. За счет сокращения иерархических уровней организационной структуры данный подход позволяет упростить обмен информацией между структурными подразделениями предприятия, что приводит к устранению их обособленности.

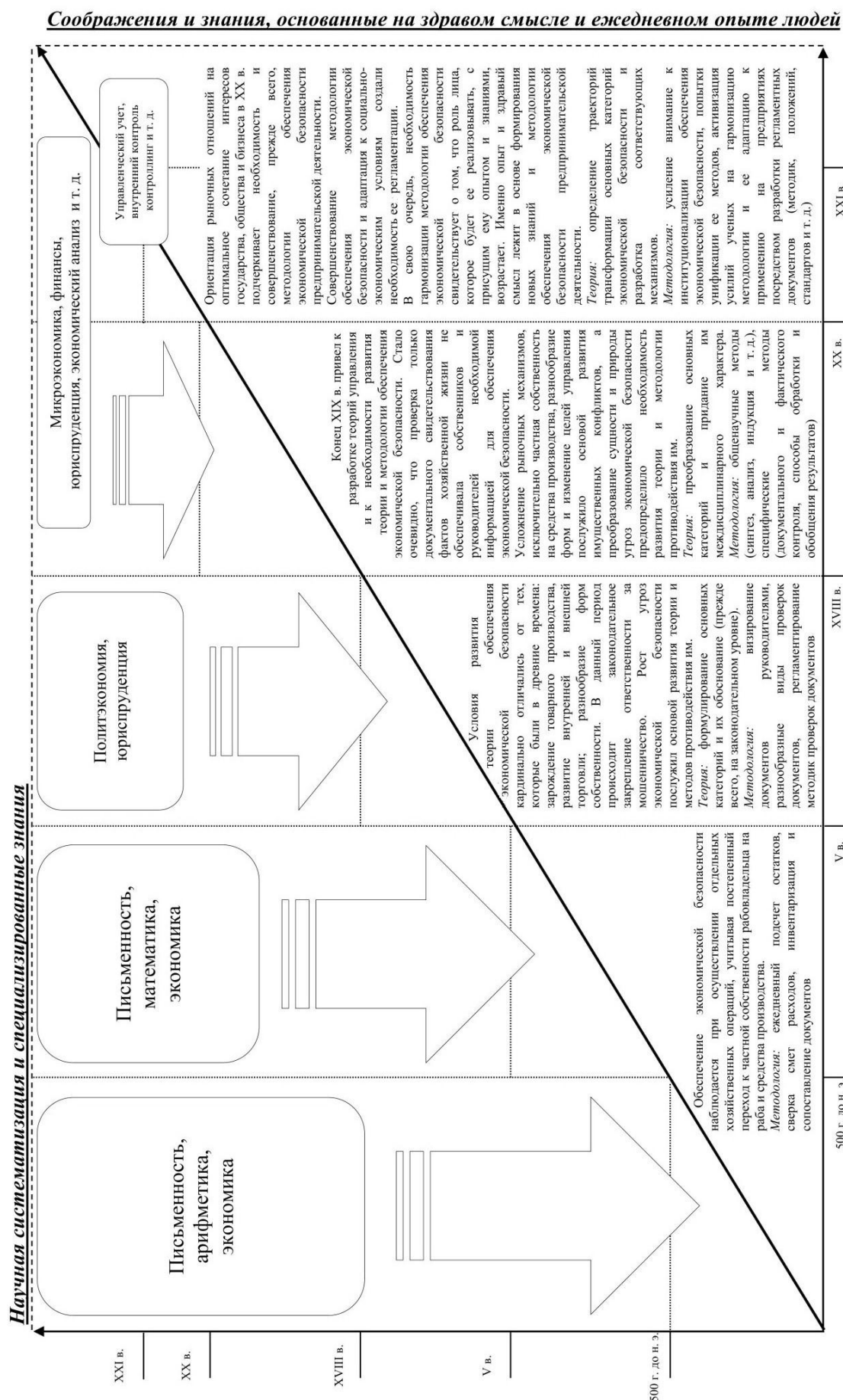


Рисунок 1 – Вектор развития теории и методологии обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности с позиции эволюционно-исторического подхода (авторская разработка)

Именно применение процессного подхода к управлению является наиболее результативным и оправданным. Процессный подход позволит не только унифицировать принципы обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности (исключая тем самым необходимость ориентироваться на отдельно взятые ее случаи), но и разработать ряд взаимосвязанных механизмов (речь идет о механизмах выявления и оценки угроз), последовательная реализация которых сделает возможным получение необходимых результатов.

Процессный подход к управлению ориентирован на рассмотрение предприятия (его структурных подразделений) не в статике, а в динамике, когда деятельность должна постоянно совершенствоваться и преодолевать негативное влияние факторов как внутренней, так и внешней среды.

Реализация эволюционно-исторического подхода позволила сформировать вектор развития теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности (рисунок 1), направленность которого определяется двумя плоскостями: научной систематизацией и специализированными знаниями и знаниями, основанными на здравом смысле и ежедневном опыте людей.

Заключение

Анализ развития теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности с позиции разработанного ранее [1] эволюционно-исторического подхода позволил констатировать, что на протяжении тысячелетий как в природе угроз экономической безопасности, так и в методологии ее обеспечения произошли значительные изменения, которые сопровождались переменами в науке, преобразованием общественного сознания. Постепенно эволюционируя от внутреннего дела рабовладельца и феодала, методология обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности усложнялась и развивалась, основываясь на ежедневном опыте и здравом смысле людей, меняя тем самым взгляд на ее концептуальные основы. В связи с этим возникает необходимость разработки современной концепции обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности, что позволит не только предопределить дальнейшую логику перспективных направлений научных исследований, связанную с развитием теории и методологии, но и разработать ряд научно-методических рекомендаций.

Список литературы

1. Бессарабов, В. О. Эволюционно-исторический подход к развитию теории и методологии обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности / В. О. Бессарабов // Торговля и рынок. – 2019. – Том 2, № 3. – С. 69–76.
2. Дробышева, А. А. Приоритетные направления повышения уровня экономической безопасности предприятия / А. А. Дробышева, Ю. В. Лазарчук // Экономический вестник Запорожской государственной инженерной академии. – 2017. – № 5(1). – С. 121–125.
3. Удалов, Д. В. Роль государства в обеспечении экономической безопасности в условиях цифровизации / Д. В. Удалов, Ю. А. Коблова // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2019. – № 3(77). – С. 28–31.
4. Борзунов, А. А. Управление кадровыми рисками как основное направление обеспечения экономической безопасности компании : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономическая безопасность)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Борзунов Антон Андреевич. – Санкт-Петербург, 2018. – 190 с.
5. Оздоев, Т. Б. Формирование стратегии обеспечения экономической безопасности корпораций промышленных предприятий : специальность «Экономика и управление народным хозяйством (экономическая безопасность)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Оздоев Тимур Беланович. – Санкт-Петербург, 2020. – 186 с.
6. Стояненко, И. В. Влияние диджитализации на деятельность и экономическую безопасность предприятий торговли / И. В. Стояненко, А. А. Лубенец // Молодой ученый. – 2019. – № 1(2). – С. 516–519.

7. Капыш, В. П. Концепция комплексного обеспечения безопасности предприятий промышленности Российской Федерации / В. П. Капыш // Закон и право. – 2019. – № 8. – С. 163–167.
8. Колесникова, Е. Н. Экономическая безопасность: экономика и безопасность? / Е. Н. Колесникова // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. – 2013. – № 21. – С. 170–173.
9. Манахова, И. В. Обеспечение экономической безопасности компании в условиях цифровизации экономики / И. В. Манахова, Е. В. Левченко // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика. Управление. Право. – 2020. – Т. 20, вып. 1. – С. 16–21.
10. Омелянович, Л. А. Экономическая безопасность торгового предприятия : монография / Л. А. Омелянович, Г. Е. Долматова. – Донецк : ДонНУЭТ, 2005. – 195 с.
11. Шибанова, А. А. Обеспечение экономической безопасности системы государственных закупок в РФ : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономическая безопасность)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Шибанова Анна Анатольевна. – Санкт-Петербург, 2020. – 145 с.
12. Кнорринг, В. И. Теория, практика и искусство управления : учебник для вузов / В. И. Кнорринг. – 2-е изд. – Москва : Норма, 2001. – 528 с.
13. Колмыкова, Л. Человек, нашедший Нефертити / Л. Колмыкова // Восточная коллекция : журнал. – 2007. – Т. 2. – С. 134–142.
14. Vlaeminck, J. H. Histoire de la Comptabilité / J. H. Vlaeminck. – Paris, 1956. – 230 p.
15. Соколов, Я. В. Бухгалтерский учет от истоков до наших дней / Я. В. Соколов. – Москва : Аудит, ЮНИТИ, 1996. – 638 с. – ISBN: 5-85177-017-1.
16. Лаэртский, Д. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов / Д. О. Лаэртский ; перевод М. Л. Гаспарова. – 2-е изд. – Москва : Мысль, 1986. – 571 с.
17. Шкарлет, С. М. Экономическая безопасность предприятия: инновационный аспект : монография / С. М. Шкарлет. – Киев : НАУ, 2007. – 436 с.
18. Klimas, M. Elementary Kontroli / M. Klimas. – W-wa : PWE, 1967. – 276 p.
19. Попова, Л. В. История учета / Л. В. Попова. – Орел : ОГТУ, 2000. – 60 с.
20. Рой, О. М. Теория управления / О. М. Рой. – 2-е изд. – Москва : КНОРУС, 2016. – 234 с.
21. Друкер, П. Ф. Задачи менеджмента в XXI веке / П. Ф. Друкер. – Москва : Вильямс, 2004. – 272 с.
22. От самоорганизации к саморазвитию: смена парадигмы менеджмента / С. В. Комаров, А. В. Молодчик, Н. Ю. Бухвалов, К. С. Пустовойт. – Екатеринбург : Ин-т экономики УрО РАН, 2013. – 257 с.

В. О. Бессарабов

**ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк**

Реализация эволюционно-исторического подхода к развитию теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности

Генезис таких наук, как арифметика, право, экономическая теория служил фундаментом для развития теории и методологии обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности, несмотря на то, что ученые редко уделяют этому внимание. Именно поэтому современный подход к развитию теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности должен учитывать динамику, особенности развития социальных и экономических отношений на уровне отдельного предприятия и быть ориентированным на междисциплинарные исследования.

Реализация эволюционно-исторического подхода позволила сформировать вектор развития теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности, направленность которого определяется двумя плоскостями: научной систематизацией и специализированными знаниями и знаниями, основанными на здравом смысле и ежедневном опыте людей.

Анализ развития теории и методологии экономической безопасности предпринимательской деятельности с позиции разработанного эволюционно-исторического подхода позволил констатировать, что на протяжении тысячелетий как в природе угроз экономической безопасности, так и в методологии ее обеспечения, произошли значительные изменения, которые сопровождались переменами в науке, преобразованием общественного сознания. Постепенно эволюционируя от внутреннего дела рабовладельца и феодала, методология обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности усложнялась и развивалась, основываясь на ежедневном опыте и здравом смысле людей, меняя тем самым взгляд на ее концептуальные основы.

В связи с этим возникает необходимость разработки современной концепции обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности, что позволит не только предопределить дальнейшую логику перспективных направлений научных исследований, связанную с развитием теории и методологии, но и разработать ряд научно-методических рекомендаций.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ТЕОРИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

V. O. Bessarabov

Donetsk National University of Economics and Trade

Named After Mikhail Tugan-Baranovskiy, Donetsk

Implementation of the Evolutionary-historical Approach to the Development of the Economic Security Theory and Methodology of the Entrepreneurial Activity

The genesis of such sciences as arithmetic, law, economic theory served as the foundation for the development of the theory and methodology of ensuring the economic security of the entrepreneurial activity, despite the fact that the scientists rarely pay attention to this. That is why the modern approach to the development of the economic security theory and methodology of the entrepreneurial activity should take into account the dynamics, the development features of the social and economic relations at the level of an individual enterprise and be focused on the interdisciplinary research.

The implementation of the evolutionary-historical approach made it possible to form a vector for the development of the economic security theory and methodology of the entrepreneurial activity, the direction of which is determined by two areas: the scientific systematization and specialized knowledge and the knowledge based on the common sense and the daily experience of people.

The development analysis of the economic security theory and methodology of the entrepreneurial activity from the standpoint of the developed evolutionary-historical approach made it possible to state that over the millennia, both in the nature of threats to economic security and in the methodology for ensuring it, the significant changes, accompanied by changes in science, transformation of public consciousness took place. Gradually evolving from the internal affairs of the slave owner and the feudal lord, the methodology for ensuring the economic security of the entrepreneurial activity became more complicated and developed, based on the daily experience and common sense of people, thereby changing the view on its conceptual foundations.

In this regard, it is necessary to develop a modern concept of ensuring the economic security of the entrepreneurial activity, which will allow not only to predetermine the further logic of the promising directions of the scientific research related to the theory and methodology development, but also to develop a number of scientific and methodological recommendations.

ECONOMIC SECURITY, BUSINESS ACTIVITY, ECONOMIC SECURITY THEORY, ECONOMIC SECURITY METHODOLOGY

Сведения об авторе:

В. О. Бессарабов

SPIN-код: 8593-3950

Researcher ID: T-9079-2017

Телефон: +38 (071) 382-33-03

Эл. почта: bessarabov93@gmail.com

Статья поступила 28.12.2020

© В. О. Бессарабов, 2021

Рецензент: Н. А. Селезнёва, канд. экон. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»

АВТОРЫ ЖУРНАЛА

Антонов В. Н.	ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк
Барбашова М. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Бессарабов В. О.	ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк
Бражник А. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Братчун В. И.	ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка
Быков В. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Вовк Л. П.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Воронина И. Ф.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
<u>Высоцкий С. П.</u>	ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка
Гоман Т. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Губа К. Р.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Гуменюк М. М.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Даниленко А. С.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Дрючин Д. А.	ФГОУВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург
Дудников А. Н.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Карпинец А. П.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Кисель Е. С.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Мамаев В. В.	Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР, Донецк
Мамонтов В. Р.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Меженков А. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Мищенко Н. И.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Молозин Ф. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Намаконов Б. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Николаенко В. Л.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Николаенко Д. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Никульшин Д. С.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Никульшин С. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Новицкая Е. А.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Перов В. С.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Плотников Д. А.	ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка
Прядко А. А.	ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк
Пьянков А. Н.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Савельева Е. В.	ГОВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк

Савчук О. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Синица В. С.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Стефанов П. Ю.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Судак Ф. М.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Ткачёв М. Ю.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Ткачук П. Ю.	ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск
Троицкий И. А.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Химченко А. В.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Чорноус О. И.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Шаповалов С. М.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка
Яворенко М. С.	Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ», г. Горловка

Редакционная коллегия рецензируемого международного научно-технического журнала «*Вестни Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute*» приглашает к сотрудничеству научных работников, аспирантов, докторантов, преподавателей учебных заведений и специалистов производства.

К опубликованию принимаются научные статьи, которые посвящены широкому спектру теоретических и практических проблем двигателестроения; автомобильного транспорта; транспорта промышленных предприятий; строительства и эксплуатации автомобильных дорог; охраны окружающей среды; экономики и управления.

Основные параметры издания:

- периодичность – 4 раза в год;
- языки издания – русский, английский, украинский.

Требования к рукописям научных статей

Текст статьи должен содержать следующие элементы: постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями; анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение поставленной проблемы, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья; формулирование цели статьи; изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов; выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

Опубликованию в журнале подлежат статьи, оригинальность основного текста которых при проверке в системе «Антиплагиат» составляет не ниже 70 %.

В редакционную коллегию подаются:

- статья;
- реферат на русском языке (объем – 2000 знаков) с ключевыми словами;
- экспертное заключение;
- сопроводительное письмо (с указанием того, что статья ранее не опубликована);
- сведения об авторах, где указываются: фамилия, имя и отчество, ученое звание, ученая степень, должность, место работы, контактные телефоны (обязательно мобильная связь), e-mail, идентификационные коды автора в наукометрических базах данных.

Оформление рукописи статьи

Материалы подаются на листах *формата* А4.

Поля зеркальные: внутри и снаружи – 20 мм, верхнее и нижнее – 25 мм.

Шрифт: Times New Roman, 12 пт.

Междустрочный интервал – одинарный.

Объем статьи – 5–10 страниц.

Ссылки на литературные источники указываются в квадратных скобках в порядке упоминания.

Формулы печатаются в редакторе формул MS Equation – 3.0 или более поздней версии. Номера выставляются в скобках с выравниванием по правому краю. Нумерация формул в пределах статьи. Стил: переменная печатается курсивом; вектор-матрица – полужирным, шрифт Times New Roman, греческие символы – обычным шрифтом. Размеры: основные символы – 12 пт; крупный индекс – 7 пт; мелкий индекс – 5 пт; крупный символ – 18 пт; мелкий символ – 12 пт. Запрещается выполнять формулы с помощью MathCAD или других аналогичных программ.

Рисунки располагаются после упоминания в тексте. Растровые иллюстрации, штриховые графические объекты, графики, диаграммы подаются в форматах *.wmf, *.jpg,

*.tif. Эти иллюстрации дополнительно сохраняются в виде отдельных файлов. При использовании форматов *.jpg, *.tif разрешительная способность должна составлять 300 – 600 dpi. Не допускается создавать рисунки в MS Word. Запрещается внедрять графические материалы в виде объектов, связанных с другими программами, например с КОМПАС, MS Excel и т. п.

Таблицы выполняются в MS Word и должны помещаться не более чем на одной странице без переноса. Заголовки таблиц включают номер в пределах статьи и название. Таблицы располагаются после упоминания в тексте.

Список литературы. Список литературы должен быть актуальным: содержать не менее 8 литературных источников не старше 10-ти лет, из них 3 – опубликованных за последние 5 лет.

В числе источников должно быть не более 5-ти 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 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, идентификационные коды автора в наукометрических базах данных (РИНЦ SPIN-код; SCOPUS, ORCID), адрес электронной почты;
- название статьи;
- аннотацию – не более 5 строк. *Шрифт:* Times New Roman, 10 пт, курсив;
- ключевые слова;
- текст статьи;
- список литературы.

Гонорар авторам за публикацию статей не выплачивается.

Плата с авторов за опубликование рукописей не взимается.

Адрес редакционной коллегии: Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», ул. Кирова, 51, г. Горловка, ДНР, 84646.

Контактные телефоны: +38 (071) 331-45-58; +38 (071) 412-79-07.

E-mail: vestnik-adi@adidonntu.ru

Сайт: <http://www.vestnik.adidonntu.ru>