


# ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

ISSN 2074-1146

№ 1 (59), 2022

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, издается с 2007 года

Учредитель:	 <p>Санкт-Петербургский Государственный Экономический Университет</p>
Редакционный совет:	<p><b>И.А. Максимцев</b> – ректор СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>председатель совета</i>; <b>Е.А. Горбашко</b> – проректор по НР СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>заместитель председателя совета</i>; <b>Г.В. Лепеш</b> – заведующий кафедрой БНиТ от ЧС СПбГЭУ, д.т.н., профессор – <i>главный редактор журнала</i></p> <p><b>Члены редакционного совета:</b> <b>Я.В. Зачиняев</b> – д.х.н., д.б.н., профессор, профессор кафедры социального и естественнонаучного образования Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург <b>А.Е. Карлик</b> – д.э.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой экономики и управления предприятиями и производственными комплексами СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург; <b>С.И. Корягин</b> – д.т.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, директор института транспорта и технического сервиса БФУ им. И. Канта, г. Калининград; <b>В.Н. Ложкин</b> – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России; <b>В.В. Пеленко</b> – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Теплосиловые установки и тепловые двигатели» Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна; <b>С.П. Петросов</b> – д.т.н., профессор, заслуженный работник бытового обслуживания, заведующий кафедрой «Технические системы ЖКХ и сферы услуг» института сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) «Донского государственного технического университета» (г. Шахты); <b>П.И. Романов</b> – д.т.н., профессор, директор научно-методического центра координационного совета учебно-методического объединения по области образования «Инженерное дело», г. Санкт-Петербург; <b>В.С. Чекалин</b> – д.э.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры государственного и территориального управления СПбГЭУ</p>
Editorial council:	<p><b>I.A. Maksimcev</b> – rector SPbGEU, doctor of economic sciences, professor – the chairman of the board; <b>E. A. Gorbashko</b> – vice rector for scientific work SPbGEU, doctor of economic sciences, professor – the vice-chairman of council; <b>G.V. Lepesh</b> – head of the chair the population and territories Safety from emergency situations SPbGEU, the editor-in-chief of the magazine, doctor of engineering sciences, professor – the editor-in-chief of the scientific and technical journal</p> <p><b>Members of editorial council:</b> <b>Ya.V. Zachinyayev</b> – Doctor of Chemistry, Doctor of Biological Science, professor, professor of department of social and natural-science formation of Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg <b>A. E. Karlik</b> – doctor of economic sciences, pprofessor, honored worker of science of the Russian Federation, head of chair of Economics and management of enterprises and production complexes SPbGEU, Saint-Petersburg; <b>S. I. Koryagin</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, honored worker of higher school of Russian Federation, the director of institute of transport and the BFU technical service of I. Kant, Kaliningrad; <b>V.N. Lozhkin</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, honored scientist of Russia, Professor of St. Petersburg University of state fire service of the Ministry of Emergency Situations of Russia; <b>V. V. Pelenko</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, professor of thermal power plant and Heat Engines department of St. Petersburg State University of industrial technologies and design; <b>S. P. Petrosov</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, honored worker of consumer services, – head of the chair of "Technical systems of housing and public utilities and a services sector" of institute of services industry and businesses (branch) of "Donskoy of the state technical university" (Shakhty); <b>P. I. Romanov</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, director scientific and methodical center of higher education institutions of Russia (St. Petersburg state polytechnical university), St. Petersburg; <b>V.S. Chekalin</b> – Doctor of Economic Sciences, professor, honored worker of science of the Russian Federation, professor of department of the public and Territorial Department SPbGEU</p>
Адрес редакции:	<p>191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А Для писем: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А, офис. 22. Электронная версия журнала: <a href="http://unecon.ru/zurnal-ttps">http://unecon.ru/zurnal-ttps</a>; <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> Подписной индекс в каталоге «Журналы России» –95008; тел./факс (812) 3604413; тел.: (812) 3684289; +7 921 7512829; E-mail: <a href="mailto:gregoryl@yandex.ru">gregoryl@yandex.ru</a>. Оригинал макет журнала подготовлен в редакции</p>

Санкт-Петербург – 2022

# СОДЕРЖАНИЕ

## КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

*Лепеш Г.В.* Механизмы совершенствования региональной промышленной политики Российской Федерации и Республики Беларусь в контексте расширения сетевого промышленного взаимодействия.....3

## ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ

*Ложкина О.В., Мешалкина М.Н.* Совершенствование методов контроля воздействия автотранспорта на качество среды обитания.....13

*Корягин С.И., Буйлов С.В., Буйлова М.В.* Наполненные полимерные композиции для ремонта деталей автотранспортных средств.....19

*Кокарев О.П., Кириллов А.Г., Нуждин Р.В.* Исследование влияния режимов работы тормозных механизмов на надежность элементов тормозной системы.....23

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Пеленко В.В., Хлыновский А.М., Баринев Г.В.* Повышение ресурса пары трения нож-решетка в шнековых измельчителях твердообразных материалов.....29

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕРВИСА

*Бездудная А.Г., Кадырова О.В., Трейман М.Г.* Зарубежный и российский опыт государственно-частного партнерства в сфере обращения с отходами производства и потребления.....37

*Абрамова В.И., Тихомирова М.С., Юрова А.А.* Управление товарными запасами для многоассортиментных групп товаров.....42

*Буйлова М.В.* Формирование маршрутных сетей городского общественного транспорта.....45

*Затевахина А.В.* Подход к согласованию интересов на макро- и мезо-уровнях в целях обеспечения экономической безопасности.....49

*Корниенко Д.В., Мельников М.О., Иванников И.С.* Автоматизация запуска сервера 1С с помощью инструментов контейнерной виртуализации.....56

*Боркова Е.А., Ватлина Л.В.* Обеспечение устойчивости экономического роста и повышение его потенциала в странах-членах ЕАЭС.....63

*Алиева А.А., Суздалева Е.А.* Обеспечение населения качественными и безопасными продовольственными товарами в постпандемических социально-экономических условиях.....69

*Осипов А.Б., Сергеева А.В.* Обеспечение экологичности технических систем при утилизации отходов.....72

Требования, к материалам, принимаемым для публикации в научно-техническом журнале «Технико-технологические проблемы сервиса».....82



УДК 332.1, 338.2

### МЕХАНИЗМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ РАСШИРЕНИЯ СЕТЕВОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Г.В. Лепеш<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А.*

Статья посвящена анализу состояния промышленного комплекса России и Беларуси в перспективе интеграции в рамках Союзного Государства. Рассмотрены перспективные направления интеграции, обеспечивающие синергию научно-инновационных процессов в направлениях разработки и производства высокотехнологичной продукции с высокой добавленной стоимостью. Основное внимание в статье уделено сопоставлению механизмов промышленной политики и их становлению в рамках российско-белорусских интеграционных процессов.

*Ключевые слова:* интеграция, промышленная политика, сетевое взаимодействие, высокотехнологичная продукция, наукоемкое производство, Союзное Государство, инструменты и механизмы промышленной политики.

### MECHANISMS FOR IMPROVING THE REGIONAL INDUSTRIAL POLICY OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE CONTEXT OF EXPANDING INDUSTRIAL NETWORKING

G.V. Lepesh

*St. Petersburg State University of Economics,  
Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboedov Canal, d. 30-32, letter A.*

The article is devoted to the analysis of the state of the industrial complex of Russia and Belarus in the perspective of integration within the Union State. Promising areas of integration providing synergy of scientific and innovative processes in the areas of development and production of high-tech products with high added value are considered. The article focuses on the comparison of industrial policy mechanisms and their formation within the framework of Russian-Belarusian integration processes.

*Keywords:* integration, industrial policy, networking, high-tech products, knowledge-intensive production, the Union State, tools and mechanisms of industrial policy.

#### Введение

Современное состояние российско-белорусских отношений характеризуется стремлением обеих стран к интеграции в рамках Союзного Государства, объединяющего все стороны развития общества, сегодня – путем создания материального базиса реализации 28 союзных программ, обеспечивающих экономическую интеграцию республик в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Дальнейшее объединение стран представляется на основе прогноза научно-технологического развития, разработки

по его результатам согласованной промышленной политики и ее реализации в соответствии с совместными программами и проектами Союзного государства. Важнейшим элементом интеграции выступают механизмы промышленной политики, которые должны способствовать достижению целей развития промышленности и, прежде всего, за счет синергии науки и производства при объединении российских и белорусских научно-производственных комплексов и наукоемких производств.

<sup>1</sup>Лепеш Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Безопасность населения и территорий от ЧС, СПбГЭУ, тел.: +7 (921) 751-28-29, e-mail: GregoryL@yandex.ru.

Существующие в настоящее время механизмы промышленной политики России и Беларуси имеют ряд отличий, связанных с различной структурой субъектов промышленного регулирования. Поэтому реализация единой промышленной политики Союзного государства в полной мере требует создания нового регулирования промышленной политики и общих механизмов ее реализации, обеспечивающих нивелирование перспективных целей интеграционного объединения в материальном плане, а также снятие противоречий социально-политической трансформации, связанных с неровными весовыми характеристиками геополитического, экономического и социального характера.

Создание и обеспечение функционирования таких механизмов требует тщательного анализа состояния промышленных производственных комплексов России и Беларуси, а также промышленной политики обеих стран, механизмов и инструментов ее реализации.

### **1. Анализ состояния и развития производства российской и белорусской промышленной продукции**

Промышленный потенциал Республики Беларусь определяется в основном сборочными предприятиями, сохранившимися после распада СССР, обеспечивающими на мировом рынке крупные поставки большегрузных карьерных самосвалов, грузовых автомобилей, тракторов и сельхозтехники, продукции электроники, калийных удобрений, нефтепродуктов, продукции химической, пищевой и легкой промышленности. И в настоящее время Беларусь является страной с экономикой, ориентированной в основном на экспорт, но работающей на импортируемых энергоресурсах. Подавляющая часть объемов сырья и материалов для промышленного производства экспортируется из Российской Федерации и подавляющую часть произведенной продукции Беларусь поставляет на экспорт (на Россию в целом приходится 42% экспорта страны – в большей степени пищевые продукты и изделия машиностроения). Отношение экспорта товаров и услуг к ВВП составляет 66% (у России – 28%, Украины – 41%, Польши – 56%). Уникальное географическое положение Беларуси между ЕС и ЕАЭС в центре Европы, долгое время обеспечивало ей место основного транзитера товаров, проходящих через границы стран ЕС и ЕАЭС.

Основой хозяйственного потенциала страны является промышленность: на ее долю приходится около 40% основных средств предприятий всех отраслей экономики и создано почти 30% объема ВВП. По данным национального статистического комитета Беларуси, в 2021 году объем промышленного производства в текущих ценах сложился на уровне 154,4 млрд рублей, или увеличился на 6,5% по сравнению с 2020 годом. В 2019 году рост промышленного производства в Беларуси составил 12 % по отношению к 2018 г., а в 2020 году сокращение промышленного производства составило всего лишь 0,7%. Таким образом, несмотря на протесты и пандемию, экономические показатели в Белоруссии являются одними из лучших в Европе. По прогнозу правительства, в 2022 году ожидается рост промпроизводства на 5,3%. Положительная динамика по видам экономической деятельности показана на рис. 1.

Из данных Всемирного банка и Белстата следует, что реальный ВВП Беларуси удвоился с 1990 г., а промышленное производство выросло в три раза, в то время как в России рост ВВП за последние 30 лет составил около 20%. Несмотря на то, что в Беларуси в объеме ВВП обрабатывающего сектора промышленности преобладают предприятия низкотехнологичного и среднетехнологичного уровня [1], государство создает стимулы и активно финансирует инновации по развитию самих предприятий и выпуску высокотехнологичной продукции. Доля ВВП белорусских предприятий, затрачиваемая на внутренние исследования и разработки значительно меньше, чем, например, в России и ведущих западных странах (рис.2), однако примерно половину этих средств предоставляет государство, причем несмотря на то, что три четверти этих средств получают предприятия коммерческого сегмента промышленности. При этом доля инновационной продукции в ВВП Беларуси больше, чем в России.

Особое внимание государством оказывается наукоёмкому сектору промышленности [1], что приводит к росту индекса ее конкурентоспособности (Competitive Industrial Performance Index, CIP)<sup>1</sup>, который отражает способность стран производить и экспортировать товары обрабатывающей промышленности на конкурентном уровне. Повышение позиции Беларуси происходит в основном за счет увеличения производства и экспорта товаров обрабатывающей промышленности. Так по данным аналитического доклада [3] национальной академии

<sup>1</sup> CIP ежегодно рассчитывается Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию

(UNIDO) для оценки уровня конкурентоспособности обрабатывающей промышленности стран мира.

Беларуси в 2019 г. значительное увеличение показателей наблюдалось: у экспорта обрабатывающей промышленности на душу населения, долл. США (в ценах 2010 г.) – с 2079,2 до 2641,4 долл. США (увеличение на 27,0 %); у доли страны в мировом объеме добавленной стоимости обрабатывающей промышленности – с 0,17 до 0,21 % (увеличение на 23,1 %). В свою очередь, снижение национальных значений наблюдалось лишь по одному показателю «Доля

средне- и высокотехнологичных товаров в общем объеме экспорта обрабатывающей промышленности» – с 41,9 до 39,8 % (снижение на 5,0 %). При этом Беларусь занимает 35-е место в мире (рейтинг из 150 стран) по показателю «Доля производств высокого технологического уровня в добавленной стоимости обрабатывающей промышленности», значение которого составило 38,8 %.



Рисунок 1 – Динамика промышленного производства Беларуси за 2021 г. по видам экономической деятельности [2]

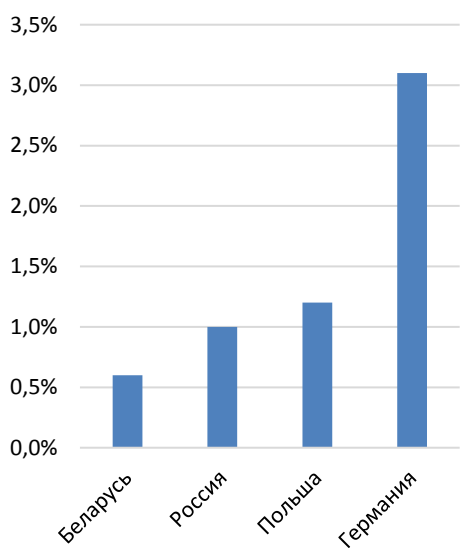


Рисунок 2 – Доля ВВП национальных предприятий, затрачиваемая на внутренние исследования и разработки

Особое внимание в Беларуси занимает сектор информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), становление которого стало возможным при серьезной государственной поддержке [1], основанной на законодательных и образовательных инициативах президента Белоруссии Александра Лукашенко. На сегодня в Республике Беларусь образовалась отрасль «Компьютерных и информационных услуг»,

насчитывающая на 2021 год 1894 компании, обеспечившая прирост ВВП около 4% (по данным Белстата за 2020 г.).

В настоящее время Белоруссия тесно сотрудничает с 80 субъектами Российской Федерации работают 2,5 тысячи предприятий с российским капиталом, более 60 процентов крупных и средних белорусских промышленных предприятий осуществляют кооперацию с российскими партнерами [4]. Основой развития российско-белорусских отношений служит гармонизация законодательства по наиболее актуальным направлениям сотрудничества, таким как транспорт, энергетика, безопасность, сельское хозяйство, а также принятие решений по реализации имеющихся крайне важных инфраструктурных и инвестиционных проектов, наукоемких производств в космической промышленности, нефтехимии, энергетике, фармацевтике, сельском хозяйстве и других отраслях.

## 2. Пространственные факторы и стратегические приоритеты региональной промышленной политики в контексте сетевого промышленного взаимодействия с Республикой Беларусь

Наиболее известные определения, характеризующие теоретические подходы и дающие представление о сущности промышленной политики, справедливо выделены в диссертационной работе [5] Щеглова Е. В.,

сформулированы авторами: Сафиулиным А.Р., Тиролем Ж., Кондратьевым В., Атановым Н.И., Ивантером В.В. и Даниловым-Даниельяном А.В., Саликовым Е.Ю., Смирновым Е., Родриком Д. Завадниковым В., Грэммом О., Кармановым Ю., Яньшиной М.Н., Фатхутдиновым Р.А., Алешиним Б.С., Сахаповым Р.Л. и Абсальямова С.Г., Татаркиным А.И. и Романовой О.А.

Наиболее полно сущность промышленной политики определена академиком А.И. Татаркиным [6, с.46], что «промышленная политика – это система отношений между государством, его территориальными образованиями и субъектами хозяйствования по поводу формирования конкурентоспособной промышленности на базе современных технологических укладов ее развития, адекватного закономерностям циклической динамики. Система мер поддержки государством развития промышленности является механизмом реализации промышленной политики, содействующим формированию конкурентоспособного промышленного комплекса, обеспечению его эффективного функционирования и решению социальных проблем населения». В этом определении в качестве термина «механизм реализации промышленной политики» определяется система правовых, организационных и других мер, содействующих формированию конкурентоспособного промышленного комплекса, обеспечению его эффективного функционирования. Такое определение существенно расширяет список субъектов промышленной политики, включая в их состав государственные структуры. Так одним из субъектов промышленной политики Российской Федерации выступает Правительство в лице Минпромторга России, которое выполняет при этом не императивную функцию. Роль государства является большей частью координирующей и носит императивный характер только в отношении ряда мер, обеспечивающих поддержку наиболее значимых проектов в развитии промышленности, путем финансирования национальных проектов, льготного кредитования и др. В качестве субъектов промышленной политики сегодня выступают также госкорпорации, системообразующие компании, общественный сектор, регионы, имеющие свои стратегии развития.

Механизм реализации российской промышленной политики, претерпел значительные изменения с 90-х годов прошлого столетия, когда ее реализация осуществлялась путем развития наукоемких отраслей, реструктуризацию традиционных отраслей и компенсационный механизм, обеспечивающий решение проблемы структурной безработицы, инфраструктурного обеспечения структурной перестройки

промышленности и др. Разрабатываемые новые механизмы основаны прежде всего на дополняющих друг друга механизмах реализации частно-государственного партнерства (ЧГП), федеральных и региональных институтах развития, на проектном и кластерном подходах в развитии промышленности регионов Российской Федерации.

Республика Беларусь начала трансформацию промышленности на этапе перехода страны к новым социально-экономическим отношениям, в условиях значительной технологической отсталости и низкой конкурентоспособности производимой продукции, вследствие несоответствия ее мировым стандартам и чрезмерно высоким затратам на производство. Отчасти эти, сохранившиеся по сей день реалии определяют сегодня преобладание в белорусской промышленности продукции низкотехнологического сектора.

В нормативной правовой базе Беларуси, хотя и существует ряд определений промышленной политики, но размыты субъекты регулирования, что обуславливает сложность администрирования процессов развития производственного сектора. Так в Программе развития промышленного комплекса Республики Беларусь «субъекты промышленной деятельности» включают юридические лица и индивидуальных предпринимателей, которые осуществляют промышленную деятельность на территории Беларуси. Тем самым органы государственного управления, по сути, не являются прямыми регуляторами в сфере промышленной политики.

В 2021 г. в Беларуси принята Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [7], которая определяет основные положения стратегии развития промышленности. В соответствии с Программой, «стратегия промышленного развития предусматривает преобразование отечественного производства в конкурентоспособный комплекс, оперативно и гибко реагирующий на мировую конъюнктуру и потребности внутреннего рынка.

Ставка будет сделана на ускоренное развитие высокотехнологичных производств в фармацевтике, оптике и электронике: электронных компонентов, оптико-электронных систем двойного назначения, медицинской техники, диагностического оборудования и систем безопасности». Особенностью сегодняшняя стратегия развития промышленного сектора Беларуси остается ориентированность на углубление интеграционных процессов, происходящих в экономике и политике со странами СНГ и в первую очередь с Россией «в рамках Союзного государства

с соблюдением национальных интересов. Основной критерий интеграции – обеспечение равных условий хозяйствования, энергопотребления, доступа к рынкам, участия в государственных закупках, использования финансовых инструментов» [7].

Процесс экономической интеграции сопряжен с определенными трудностями, обусловленными компромиссом, где каждая сторона отстаивает принципиальные для себя вопросы функционирования будущего экономического объединения. В этом плане российско-белорусская интеграция имеет определенные сложности, связанные с государственной принадлежностью крупных машиностроительных предприятий Беларуси. Реализация Программы социально-экономического развития Беларуси включает решение ключевой задачи пятилетия – «начать работу по проведению инвентаризации и вовлечь неиспользуемые или неэффективно используемые ресурсы и национальное богатство (совокупность накопленных ресурсов, собственного капитала, материальных и нематериальных активов, созданных трудом всех предшествующих поколений) в экономический оборот». Данный тезис и должен обеспечить устранение барьеров для инвестиций, обусловленных государственной принадлежностью некоторых ключевых промышленных объектов Республики Беларусь.

Совершенствование механизма реализации промышленной политики Республики Беларусь производится государством путем поддержки наиболее наукоемких отраслей по направлениям создания: высокоточного автоматизированного оборудования, систем и средств измерения, технической диагностики, оптико-механических и оптико-электронных изделий, а также производств новых веществ и материалов различного функционального назначения, включая наноматериалы и нанотехнологии, новые технологии формообразования, где уже сегодня функционируют интеграционные институты между российскими и белорусскими предприятиями и научно-техническими комплексами. Значительное расширение интеграции наблюдается в рамках совместного производства военной техники и вооружения обеих стран. В соответствии с Программой [7] «эффективными инструментами выступают совместные программы действий по конкретным сферам деятельности, углубление производственной кооперации, развитие регионального сотрудничества».

Российская Федерация и Республика Беларусь находятся на стадии формирования единой промышленной политики в рамках

Союзного государства. На повестке дня формирование единой промышленной политики и ее основных инструментов – финансовой и институциональной, а также совершенствование механизмов, обеспечивающих эффективное достижение целей инновационного развития территорий Союзного государства. Разработка и реализация согласованной промышленной политики, направленной на создание условий для устойчивого экономического роста России и Беларуси, является одним из основных направлений деятельности Союзного государства. Выполнение союзных программ обеспечит совершенствование национальных инновационных законодательств, их последовательную гармонизацию и унификацию, обеспечивающую на базе единых нормативных правовых актов, уровень союзных решений прямого действия, имеющих юридическую силу. В первую очередь, это необходимо для согласованной разработки эффективных механизмов финансирования и налогового стимулирования, что будет способствовать увеличению инновационного потенциала экономик обеих стран.

В настоящее время в области промышленной политики Союзного государства действуют более двадцати межправительственных соглашений. С 2021 года страны приступили к формированию единой промышленной политики. Уже сейчас есть договоренность о стимулировании развития совместных производств, а также проведении единой политики поддержки производства и продаж. «Предусмотрено устранение экономических и технических барьеров в части производства промышленной продукции для повышения прозрачности двусторонней торговли и увеличения товарооборота» [8]. При этом важным решением, открывающим доступ к неограниченной интеграции производств между российскими и белорусскими предприятиями, является введение единых правил доступа к государственному заказу и государственным закупкам.

Таким образом имеются все предпосылки синергии наилучших достижений российских и белорусских научных и производственных комплексов в едином экономическом пространстве на общих платформах и в равных условиях для хозяйствующих субъектов, в том числе при реализации сторонами национальных программ. Определилась также перспектива расширения инвестиционного сотрудничества, перехода от простой торговли к более эффективным долгосрочным и высокотехнологичным формам работы, укреплению взаимовыгодных отношений между Республикой Беларусь и

промышленно развитыми регионами Российской Федерации.

Проведение согласованной научно-технической политики России и Беларуси, гармонизация и унификация законодательства, а также интеграция и синхронизация выпуска совместных технологичных товаров является наиболее перспективной формой сотрудничества двух государств.

Одним из механизмов союзной промышленной политики очевидно являются союзные программы совместного развития, реализация которых направлена не только на повышение эффективности отраслей экономики, но и на создание новой инфраструктуры, основанной на государственно-корпоративных интегрированных производствах.

### 3. Модель промышленной политики Союзного Государства

В основе формирования и реализации промышленной политики положена регламентация и нормативно-правое обеспечение. Основываясь на предложенной Башкирцевым А.С. [9] «трехзвенной модели», предположим наличие трех взаимосвязанных элементов, регламентирующих промышленную политику. Добавляя четвертое звено – интегрированную структуру, получим модель интеграционной промышленной политики, основанной на гармонизации промышленного законодательства, концепции промышленного развития и согласованных программ развития предприятий в контексте интеграции производства промышленной продукции (рис. 3).



Рисунок 3 – Модель нормативного обеспечения интегрированной промышленной политики Союзного Государства



Необходимость совершенствования региональной промышленной политики Российской Федерации в контексте сетевого промышленного взаимодействия с Республикой Беларусь определяются следующими факторами.

Субъектами промышленной политики, осуществляемой на территории Российской Федерации, помимо Минпромторга России, Минсельхоза России, Минцифры России, Минэнерго России и других федеральных органов исполнительной власти сегодня выступают госкорпорации, системообразующие компании, общественный сектор, а также регионы, имеющие свои стратегии развития, в то время как в Программе развития промышленного комплекса Республики Беларусь под «субъектами промышленной деятельности» подразумеваются отдельные «юридические лица и индивидуальные предприниматели» [10]. Учитывая относительно малую

значимость индивидуального предпринимательства в определении белорусской государственной политики, следует констатировать, что промышленную политику Беларуси определяет государство. Именно прямое активное вмешательство государства в экономику (реализация субсидий, льгот, ограничений), с одной стороны и отсутствие воздействия на определенные предприятия или отрасли, с другой – создает акценты на создание соответствующей экономической среды. В связи с этим для гармонизации российско-белорусского промышленного взаимодействия требуется координация промышленных политик обеих стран на основе документов стратегического планирования.

На рисунке 4 приведена система элементов организационно-экономического механизма формирования и реализации согласованной промышленной политики России и Беларуси.



Рисунок 3 – Система элементов организационно-экономического механизма формирования и реализации согласованной промышленной политики России и Беларуси

Представленная система элементов организационно-экономического механизма формирования и реализации промышленной

политики, помимо традиционных механизмов опирается на складывающиеся трансграничные территориальные объединения и совместное

промышленное производство высокотехнологичной продукции. Для Республики Беларусь это означает развитие механизмов, заложенных в реализации частно-государственного сектора в перспективных для страны направлениях производства товаров с высокой добавленной стоимостью. В настоящее время институты развития Беларуси в основном имеют очень ограниченный функционал и занимаются вопросами местного значения (например, строительство дорог в определенной местности и др. Для обеих стран целесообразным является диверсификация национальных институтов развития, создания новых, обеспечивающих перспективы роста промышленности Республики Беларусь в интеграции с промышленно развитыми регионами Российской Федерации.

Стратегиями пространственного развития и России и Беларуси предусмотрено повышение конкурентоспособности экономик путем обеспечения условий для развития производства товаров и услуг в отраслях перспективных экономических специализаций субъектов Российской Федерации и Республики Беларусь, а также усиления межрегионального сотрудничества и развития торгово-экономического взаимодействия. Причем в обеих странах решение задачи обеспечения национальной безопасности предусматривает развитие отдельных геостратегических территорий темпами, превышающими средние темпы в стране.

Российские регионы в силу исторически сложившихся условий существенно различаются обеспеченностью инструментами реализации и механизмами промышленной политики, обеспечивающими стимулирование их промышленного роста. Несмотря на развитость всех существующих инструментов реализации промышленной политики<sup>2</sup>, в России имеются существенные диспропорции как в размещении региональной промышленной инфраструктуры, так и в масштабах деятельности институтов развития<sup>3</sup>. В некоторых регионах региональные программы развития либо отсутствуют, либо в недостаточной мере обеспечены финансами для поддержки проектов промышленности. Поэтому промышленная политика Российской Федерации на современном этапе социально-экономического развития страны сосредоточена на

дифференцированной поддержке регионов с учётом их промышленной специализации и в интересах национальной безопасности.

Республика Беларусь строит свою промышленную политику в направлении совершенствования отраслевой структуры промышленного комплекса на основе осуществления проектов наукоемкой, высокотехнологической направленности в регионах с высоким научно-техническим потенциалом. Приоритетный характер при этом имеет развитие отраслей и производств, работающих на местном сырье (Брестская, Гродненская и Минская области). Внедрение энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий особо значимо в регионах, ориентированных преимущественно на привозное сырье (Витебская, Гомельская и Могилевская области). Территориально основные объекты промышленного производства Беларуси сосредоточены в урбанизированных зонах, относящихся к зонам влияния крупных городов, характеризующихся высокой концентрацией городского населения и его высокой мобильностью.

Для России и Беларуси развитие промышленного производства сегодня является единственным путем укрепления своих позиций на мировой арене. При этом в формировании промышленной политики обеих стран приоритетное значение отводится инновационному развитию как единственно возможной форме экономического прогресса. Наиболее перспективным методом сотрудничества государств является наращивание объемов и синхронизация процессов выпуска совместной высокотехнологичной продукции путем проведения согласованной научно-технической и промышленной политики Беларуси и России, на основе гармонизации и унификации законодательства обеих стран. Существенным примером успешного взаимодействия является реализация союзных программ совместного развития, направленных на повышение эффективности отраслей экономики и создание новых государственно-корпоративных интеграционных структур. Примерами уже функционирующих структур [11] являются «Брянсксельмаш», ООО «Торговый дом МТЗ-ЕлАЗ» (Елабуга, Татарстан). Примерами являются успешные научно-технические проекты Беларуси и Татарстана в области

<sup>2</sup> Существует несколько инструментов промышленной политики, среди которых наибольший интерес для представляют: бюджетная, налоговая, денежно-кредитная, институциональная, внешнеэкономическая и инвестиционная политика.

<sup>3</sup> Специализированные государственные организации, деятельность которых направлена на стимулирование социально-экономического развития, укрепление НИС, в том числе с использованием государственно-частного партнерства.

станкостроения, организация сборочных производств белорусской сельхоз техники на территории Алтайского края, Красноярского края и др., поставки инновационной продукции российских предприятий для Минского автомобильного завода, в управляющую компанию холдинга «Белкоммунмаш», на совместное белорусско-швейцарское предприятие «Штадлер Минск» и др., поставки белорусских комплектующих для российской автомобильной промышленности, Минский тракторный завод (МТЗ) имеет кооперационные связи с 157 предприятиями России, поставляющими ему сырье, материалы и комплектующие. Российским федеральным ядерным центром Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики («РФЯЦ ВНИИЭФ») совместно с рядом российских и белорусских предприятий и организаций реализуется инновационный проект модернизации автотранспортных средств в части использования природного газа в качестве моторного топлива в дизельных двигателях – проект «Мотор-синтез-газ». Динамика российско-белорусского промышленного взаимодействия наблюдается и в оборонно-промышленной сфере. «Важнейшим направлением российско-белорусского технологического и инновационного сотрудничества, как в промышленной сфере, так и в других областях, становятся трансфер усовершенствованных способов производства, создание производственных цепочек востребованных продуктов с высокой добавочной стоимостью при активном участии в этом процессе малого и среднего бизнеса двух стран» [11]. Накопленный опыт промышленного взаимодействия и создание совместных производств инновационной высокотехнологичной продукции (с высокой добавочной стоимостью) российских и белорусских предприятий постепенно преодолевает тормозной фактор, определяющийся разноплановостью экономических моделей развития обоих государств: в России – либерально-демократической, а в Беларуси – централизованно-государственной.

Необходимым условием интеграции национальных инновационных систем является обоснование приоритетных проектов, направленных на продвижение промышленного комплекса к мировым уровням эффективности производства и качества выпускаемой продукции путем осуществления кардинальной модернизации и формирования новой структуры производственных фондов на основе новейших достижений научно-технического прогресса, и

механизмов интеграции в единое инновационное пространство на региональном уровне, на структурную перестройку промышленного комплекса, ориентированную на экспорт высокотехнологичных, наукоемких товаров и объектов интеллектуальной собственности.

Целесообразным представляется создание региональных платформ, включающих перечень перспективных проектов, которые должны быть реализованы в регионе, а также инновационные разработки для эффективного межрегионального взаимодействия и дальнейшего стратегического развития в рамках Союзного государства. С точки зрения Союзного государства это позволит избирательно подойти к выбору партнеров на основе анализа инновационного потенциала регионов и выстроить отношения белорусских предприятий с основным партнерам Российской Федерации на долгосрочной договорной основе через механизм принятия и реализации совместных программ сотрудничества, при этом использование имеющиеся возможности российских регионов и Беларуси для расширения двусторонних связей в области инноваций.

Особо важным представляется дальнейшее развитие Союзного государства на основе прогноза научно-технологического развития, разработки на его основе согласованной промышленной политики и ее реализации в соответствии с совместными программами и проектами Союзного государства. Промышленная политика должна поддерживать высокие технологии, обеспечивающие выпуск интегрированными предприятиями высокотехнологичной продукции, которая становится в новом тысячелетии одним из наиболее перспективных рынков, ареной жесточайшей конкуренции, важнейшим фактором геополитики. Одновременно это позволит исключить излишнюю конкуренцию внутри интеграционных объединений, повысит роль ученых в выработке эффективной конкурентной политики Союзного государства на мировом рынке.

### **Заключение**

Реализация промышленной политики Союзного государства в полной мере требует создания нового регулирования на общей интеграционной основе, обеспечивающей поддержку национальной промышленности регионов России и Беларуси, когда на законодательном уровне решены общие проблемы развития,

четко прописаны механизмы и процедуры трансформационных изменений.

Разработка и осуществление целенаправленной государственной промышленной политики может стать ключевым направлением в решении экономических вопросов в более широком объеме, чем в двустороннем формате, в значительной мере сможет нивелировать перспективные цели интеграционного объединения в материальном плане, снимая противоречия социально-политической трансформации, связанные с неровными весовыми характеристиками геополитического, экономического и социального характера. Растущее стремление белорусской общины к всестороннему развитию способствует ускорению процесса создания унифицированного государства, в котором роль Беларуси будет нивелирована.

На сегодня решается первоочередная задача в Союзном государстве – создание материального базиса реализации, одобренных президентами Беларуси и России 28 союзных программ, обеспечивающих экономическую интеграцию республик в краткосрочной перспективе до 2023 г. В рамках I этапа (среднесрочного) в Российской Федерации в соответствии со Стратегией региональной промышленной политики [12] «будет обеспечено сохранение индустриального потенциала регионов и заложены условия для их долгосрочного экономического роста (в том числе завершена реализация индивидуальных программ. II этап (долгосрочный) предполагает расширение в регионах современного конкурентоспособного промышленного сектора, сопровождающееся ускоренным ростом инвестиций в основной капитал и увеличением экспорта несырьевых неэнергетических товаров» уже будет происходить в рамках реализации региональной промышленной политики с учетом интеграции промышленных предприятий Беларуси.

### Литература

1. Лепеш Г.В. Анализ состояния промышленного комплекса Республики Беларусь с точки зрения перспектив цифровизации производства, услуг и бизнес-моделей. // Г.В. Лепеш // Техничко-технологические проблемы сервиса. - 2021. №4(58) – С.3 – 11.
2. Источник: SB.BY. Беларусь сегодня. Опубликовано: 17 января 2022 г. URL: <https://www.sb.by/articles/vvp-vyros-na-2-3-a-obem-promproizvodstva-na-6-5-belstat-opublikoval-pervye-itogi-2021-goda.html>.
3. О состоянии и перспективах развития науки в республике Беларусь по итогам 2019 года. / Аналитический доклад. / под ред. А. Г. Шумилина, В. Г. Гусаква. – Минск: ГУ «БелИСА», 2020. – 396 с.
4. Лепеш Г.В. Формирование промышленной политики территорий России и Беларуси, ориентированной на расширение сетевого взаимодействия. // Техничко-технологические проблемы сервиса. №3(53), 2020 г. С. 3 – 11.
5. Щеглов Евгений Вячеславович. Развитие организационно-экономического механизма формирования и реализации промышленной политики. / Диссертация на соискание ученой степени канд. эконом. наук, Пермь, 2015, - 219 с.
6. Татаркин А.И., Романова О.А., Ченёнова Р.И., Макарова И.В. Региональная промышленная политика: от макроэкономических условий формирования к новым институтам развития. М.: ЗАО «НПО «Изд-во «Экономика», 2012.
7. Указ Президента Республики Беларусь от 29 июля 2021 г. № 292 Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы URL: <https://prav.by/document/?guid=3871&p0=P32100292>
8. Совместное заявление Председателя Правительства Российской Федерации и Премьер-министра Республики Беларусь о текущем развитии и дальнейших шагах по углублению интеграционных процессов в рамках Союзного государства. [Интернет ресурс], URL: [https://belarus.mid.ru/ru/press-centre/news/sovместnoe\\_zayavlenie\\_predsedatelya\\_pravitelstva\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_i\\_premier\\_ministra\\_respubliki\\_/](https://belarus.mid.ru/ru/press-centre/news/sovместnoe_zayavlenie_predsedatelya_pravitelstva_rossiyskoy_federatsii_i_premier_ministra_respubliki_/) (дата обращения 12.01.2021)
9. Башкирцев, А. С. Региональная нормативно-правовая база развития промышленного комплекса: структура и содержание // Проблемы современной экономики. – 2013. № 3(47). – С. 290–296.
10. Промышленная политика в Беларуси [Электронный ресурс] // library.by. – Режим доступа: [https://library.by/portalus/modules/beleconomics/referat\\_readme.php?subaction=showfull&id=1157974087&archive=&start\\_from=&ucat=&](https://library.by/portalus/modules/beleconomics/referat_readme.php?subaction=showfull&id=1157974087&archive=&start_from=&ucat=&). Дата доступа: 27.01.2021.
11. Технологии и инновации в сотрудничестве регионов Союзного государства как импульс развития евразийской интеграции: информ.-интеграц. проект / сост., интервьюирование: Б. Залесский, М. Вальковский, А. Грешников. – Минск: Бизнесофсет, 2017. – 274 с.
12. Стратегия региональной промышленной политики Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года (проект) URL: [https://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya\\_regionalnoy\\_promyshlennoy\\_politiki\\_rossiyskoy\\_federacii\\_do\\_2024\\_goda\\_i\\_na\\_period\\_do\\_2035\\_goda](https://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_regionalnoy_promyshlennoy_politiki_rossiyskoy_federacii_do_2024_goda_i_na_period_do_2035_goda)



УДК 656.13

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

О.В. Ложкина<sup>1</sup>, М.Н. Мешалкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС  
России, Россия, 196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149;*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29*

В статье описан метод совершенствования расчетно-инструментального мониторинга и прогнозирования загрязнения придорожного воздуха, основанный на использовании данных о плотности и структуре транспортных потоков, получаемых с помощью автоматизированной системы учета транспортных средств (АСУТС) Санкт-Петербурга. На примере расчетного мониторинга по состоянию на 2018 – 2020 гг. и долгосрочного прогнозирования до 2035 г. влияния выбросов автотранспорта на качество воздушной среды вблизи двух автодорог Санкт-Петербурга с высокой интенсивностью движения (Пулковского шоссе и Софийской улицы) изложены результаты апробации предложенного метода

*Ключевые слова:* автотранспорт, загрязнение воздуха, мониторинг, прогнозирование, автоматизированный учет транспортных средств

## IMPROVING METHODS TO CONTROL THE IMPACT OF VEHICLES ON THE QUALITY OF THE HABITAT

O.V. Lozhkina, M.N. Meshalkina

*St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, 196105, St. Petersburg, Moskovskiy avenu., 149;  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnical University,  
Russia, 195251, St. Petersburg, Polytekhnicheskaya str., 29*

The paper describes a method for improving the monitoring and forecasting of roadside air pollution. It deals with the data on the density and structure of traffic flows obtained from the automated vehicle accounting system (AMS) of St. Petersburg. The article also presents the results of its testing by computational monitoring in 2018-2020 and forecasting by 2035 the impact of vehicle emissions on air quality near two St. Petersburg highways with high traffic intensity (Pulkovskoye Highway and Sofiyanskaya Street).

*Keywords:* motor transport, air pollution, monitoring, forecasting, automated accounting of vehicles

### Введение

Загрязнение воздуха в городах в результате антропогенной деятельности, приводящее к изменению сложившихся естественных характеристик атмосферы, к которым в течение предшествующих столетий адаптировался организм человека, является серьезной мировой проблемой. По данным Всемирной Организации Здравоохранения [1] в настоящее время преждевременная смертность населения планеты в результате высокого загрязнения атмосферы достигает 4,2

млн. случаев в год. К ключевым загрязнителям атмосферы относятся мелкодисперсные взвешенные частицы  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$ , монооксид углерода (CO), озон ( $O_3$ ), диоксид азота ( $NO_2$ ) и диоксид серы ( $SO_2$ ). Присутствие в воздушной среде опасных компонентов в концентрациях, превышающих установленные нормативные значения, вызывает и / или усугубляет тяжесть протекания респираторных, сердечно-сосудистых заболеваний и заболеваний нервной системы [2-5].

<sup>1</sup>*Ложкина Ольга Владимировна – доктор технических наук, кандидат химических наук, профессор, профессор кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения, тел.: +7 (921) 759-29-71, e-mail: olojkina@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Мешалкина Марина Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент высшей школы киберфизических систем и технологий института компьютерных наук и управления, e-mail: meshalkina\_mari@mail.ru.*

Известно, что передвижные источники и, в первую очередь, традиционные автотранспортные средства, работающие на углеводородном топливе, являются ключевыми источниками загрязнения атмосферы города.

Во время строгого локдауна в ряде Европейских государств и Китае в первую волну пандемии COVID-19 весной 2020 года были проведены исследования сокращения транспортной активности на состояние загрязнения атмосферы городов. В работе [11] представлены результаты исследования снижения загрязнения придорожного воздуха NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> в городе Падуя (Италия) в период строгих ограничений на передвижение граждан для сдерживания распространения вируса SARS-Cov-2. Методы статистического корреляционного анализа и многомерные модели линейной регрессии были применены для анализа результатов измерений за весенний период 2020 г. и 2018 и 2017 гг. Анализ показал, что интенсивность движения автотранспортных потоков (АТП) существенно влияет на концентрации NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. Авторы пришли к выводу, что управление АТП и меры по их ограничению, очевидно, эффективны для улучшения качества воздуха.

Автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД) широко используются в Российской Федерации и за рубежом для оптимизации транспортных потоков в городах с целью сокращения дорожно-транспортного травматизма и предотвращения заторов на дорогах [12, 13]. Однако регулирование транспортных потоков также может быть использовано для контроля выбросов автотранспорта и управления его влиянием на качество воздуха [12-17]. Так, например, в Берлине [12] была разработана on-line информационная система IMMISmt, состоящая из нескольких взаимосвязанных моделей прогнозирования загрязнения воздуха и основанная на использовании реальных данных об интенсивности дорожного движения, погодных условиях, данных инструментального мониторинга загрязнения воздуха. Кроме того, система позволяет по архивным данным разрабатывать прогнозные сценарии с целью выбора оптимальных управленческих решений для повышения экологической безопасности дорожного движения. В работе [16] приведены результаты решения обратной задачи – прогнозирования с использованием рекуррентной нейросетевой модели с длительной кратковременной памятью (long short-term memory (LSTM) recurrent neural network (RNN)) интенсивности движения на ряде автодорог Мадрида с использованием данных о придорожном загрязнении воздуха CO, NO, NO<sub>2</sub> и O<sub>3</sub>, давлении,

влажности, температуры воздуха, скорости и направлении ветра, и ранее выявленных для этих магистралей закономерностей, связывающих интенсивность движения АТП и загрязнение придорожного воздуха.

Проведенный анализ свидетельствует об актуальности проблемы повышения качества экспериментально-расчетного мониторинга и прогнозирования негативного воздействия автотранспорта на качество среды обитания в городах с использованием современных инфокоммуникационных интеллектуальных технологий.

Целью настоящей работы явилось совершенствование расчетного метода контроля качества воздуха на основе оценки (мониторинга) и прогнозирования его загрязнения выбросами автотранспорта с использованием данных автоматизированной системы учета транспортных средств (АСУТС) Санкт-Петербурга.

#### **Объекты и методы исследования. Обоснование прогнозного исследования**

В качестве объектов исследования были выбраны два участка улично-дорожной сети (УДС) Санкт-Петербурга с высокой плотностью движения, а именно участок на Софийской ул. от ул. Белы Куна до пр. Славы и участок на Пулковском шоссе от Дунайского пр. до Кольцевой автомобильной дороги (КАД). Обе дороги оборудованы АСУТС. Данные АСУТС о плотности и структуре АТП были любезно предоставлены Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга.

Расчетное исследование проводилось с помощью программных продуктов «Магистраль» и «Эколог» (НПО «Интеграл», Россия) с использованием в качестве базовой Методики определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга, утвержденной распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга № 33-р от 29 января 2019 года. Факторы эмиссии для основных поллютантов для учетных категорий АСУТС по состоянию на 2018-2022 гг. были определены ранее [14].

При выполнении прогнозного расчетного исследования на долгосрочную перспективу до 2035 г. учитывались:

- социально-экономические показатели Санкт-Петербурга в десятилетней ретроспективе за период 2010-2020 гг., а именно, численность, возрастная и половая структура населения, численность работающего населения,

средний уровень доходов граждан, региональный валовой продукт, покупательский спрос на автотранспортные средства;

- прогнозные значения социально-экономических показателей, представленные в официальном документе «Прогноз социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года», утвержденном постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 14 февраля 2017 г. № 90;

- сроки внедрения в Российской Федерации стандартов на содержание загрязняющих веществ в отработавших газах автомобильных средств и на качество моторных топлив;

- федеральные и региональные стратегии развития транспортного комплекса.

В табл. 1 приведено прогнозируемое распределение автотранспорта Санкт-Петербурга в долгосрочной перспективе до 2035 г. по экологическим классам.

Таблица 1 – Прогнозируемое распределение автотранспортных средств Санкт-Петербурга по экологическим классам Евро 0-Евро 6 в долгосрочной перспективе до 2035 г.

Легковой автотранспорт, %							
	Евро 0	Евро 1	Евро 2	Евро 3	Евро 4	Евро 5	Евро 6
2015	20	5	10	25	20	10	0
2020	10	5	10	20	35	20	0
2025	-	5	10	15	35	30	5
2030	-	-	5	10	35	35	15
2035	-	-	-	5	25	45	25
Легкий и грузовой коммерческий транспорт, %							
	Евро 0	Евро 1	Евро 2	Евро 3	Евро 4	Евро 5	Евро 6
2015	60	5	20	10	5	-	-
2020	45	5	10	25	10	5	-
2025	25	5	10	25	25	10	-
2030	-	5	10	20	35	25	5
2035	-	-	5	20	30	30	15
Автобусы, %							
	Евро 0	Евро 1	Евро 2	Евро 3	Евро 4	Евро 5	Евро 6
2015	40	10	25	20	5		
2020	30	10	25	30	10		
2025	15	10	20	30	20	5	
2030	-	5	15	25	35	15	5
2035	-	-	5	20	30	30	15

Такое разбиение по группам базируется на информации о парке автотранспортных средств, эксплуатируемых в настоящий момент в СПб, и периодичности его обновления, и может уточняться по мере получения необходимых данных. Информационные данные по каждой из упомянутых категорий АТС собираются за каждый год. Кроме того, на долгосрочную перспективу до 2035 гг. прогнозный оптимистичный сценарий предполагал доведение доли АТС, работающих на альтернативных энергоносителях, до 54 %, как это предусмотрено Транспортной стратегией Российской Федерации.

#### Результаты и обсуждение

В АСУТС Санкт-Петербурга классификационным признаком является длина автотранспортного средства. Выделены следующие категории АТС: Cars (легковые автомобили); Mid Size 1 (микроавтобусы и автофургоны); Mid Size 2, Long Veh 1, Long Veh 2 (грузовые автомобили и автобусы), X long (сверхдлинные грузовые автомобили и автобусы). В табл. 2 приведены данные об интенсивности движения и

скорости АТП на исследуемых участках автодорог Санкт-Петербурга.

Данные АСУТС свидетельствуют о высокой плотности АТП на исследуемых участках в часы пик: 6408 авт./час на Пулковском ш. (доля грузовых автомобилей и автобусов составляет 10 %) и 3390 авт./час на Софийской ул. (доля грузовых автомобилей и автобусов составляет 14 %).

Эти данные были использованы для расчетного прогнозирования загрязнения придорожного воздуха в периоды неблагоприятных для рассеивания метеоусловий. Результаты расчета показали, что при неблагоприятных для оседания микрочастиц условиях возможно превышение среднесуточных ПДК мелкодисперсных взвешенных частиц PM<sub>2.5</sub> и PM<sub>10</sub> соответственно в 1,7 и 1,2 раза на Софийской ул. и в 2,5 и 1,5 раза на Пулковском шоссе.

Результаты расчетного прогнозирования загрязнения придорожного воздуха диоксидом азота для условий штиля, температурной

инверсии и высокой инсоляции визуализированы на рис. 1.

Таблица 2 – Показатели интенсивности движения в часы пик на Софийской ул. и Дунайском пр. Санкт-Петербурга согласно АСУТС (03.2018-04.2018)

Участок УДС	Интенсивность движения авт./20 мин							Скорость, км/ч
	Cars	Mid Size 1	Mid Size 2	Long Veh 1	Long Veh 2	X long	Volume	
Пулковское ш. (Дунайский пр.– КАД)	808	238	50	21	13	26	1156	60
Пулковское ш. (КАД – Дунайский пр.)	625	250	56	19	15	15	980	60
Пулковское ш. в обоих направлениях	1433	488	106	40	28	41	2136	60
Софийская ул. (пр. Славы – ул. Белы Куна)	449	140	33	16	8	9	655	45
Софийская ул. (ул. Белы Куна – пр. Славы)	289	92	32	15	10	35	475	45
Софийская ул. (в обоих направлениях)	738	232	65	31	18	44	1130	45

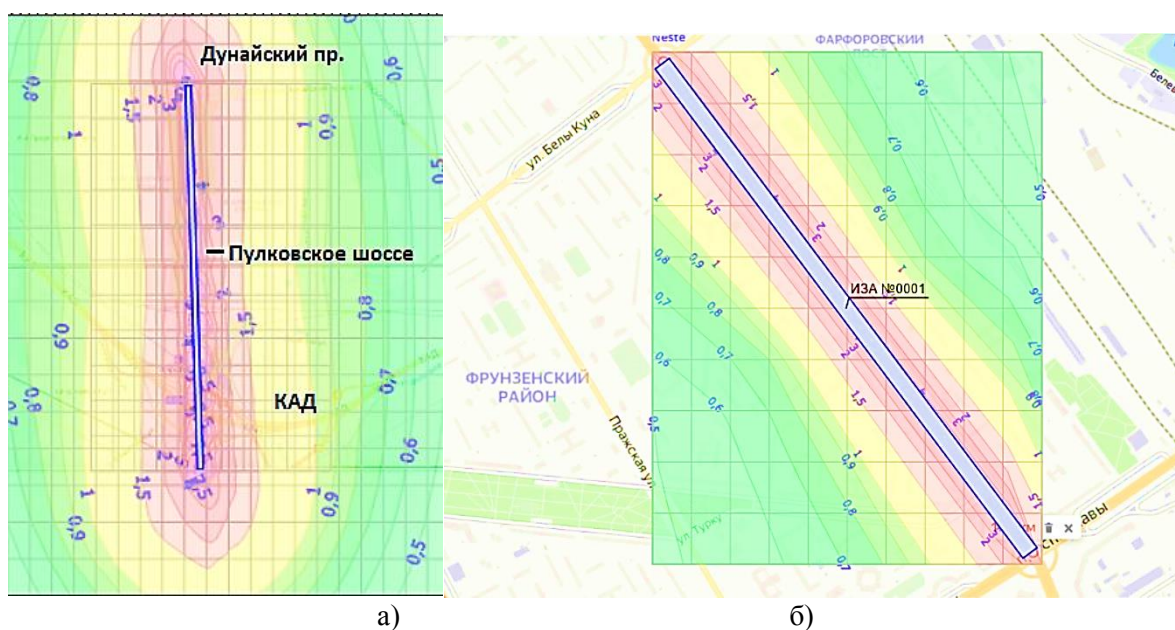


Рисунок 1 – Карты загрязнения придорожного воздуха NO<sub>2</sub> на Пулковском шоссе (а) и Дунайском проспекте (б) Санкт-Петербурга при неблагоприятных метеоусловиях и высокой интенсивности движения

Результаты расчета подтверждают, что при неблагоприятных погодных и транспортных условиях содержание диоксида азота в воздухе непосредственно на Пулковском ш. может достигать 3-5 ПДК и на Софийской ул. – 2-4 ПДК, а в прилегающих к ним жилых кварталах - 1,3-2,0 и 1,1-1,5 ПДК соответственно.

Далее были проведены расчетные прогнозные исследования по оценке качества придорожного воздуха вблизи исследуемых автодорог в долгосрочной перспективе до 2035 г. На основе прогнозных данных об экологической структуре автотранспортных потоков (табл. 1) и известных значений удельных пробеговых выбросов загрязняющих веществ для автомобилей

разных категорий и экологических классов [14], были определены средневзвешенные факторы эмиссии приоритетных поллютантов на 2025, 2030 и 2035 гг. В табл. 3 в качестве примера приведены факторы эмиссии диоксида азота.

Результаты расчетного прогнозирования загрязнения воздушного бассейна диоксидом вблизи Пулковского шоссе и Софийской улицы приведены на рис. 2 и 3 соответственно.

Полученные результаты указывают на то, что при прогнозируемых темпах обновления парка автотранспортных средств в Санкт-Петербурге на Пулковском шоссе и на Софийской улице будет иметь место постепенное снижение приземных концентраций диоксида азота даже



при неблагоприятных метеорологических условиях и высокой транспортной нагрузке (~6500 авт./ч в 2025 г. и ~7500-8000 авт./ч в 2030-2035 гг. на Пулковском шоссе и 4000-4500 в 2025 и 5000-5500 авт./ч на Софийской улице в 2030-2035 гг.). При реализации заложенных мероприятий справедливо ожидать улучшения качества атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге и соответствии его индикаторных показателей (концентраций загрязнителей) отечественным нормативным стандартам в прогнозном периоде.

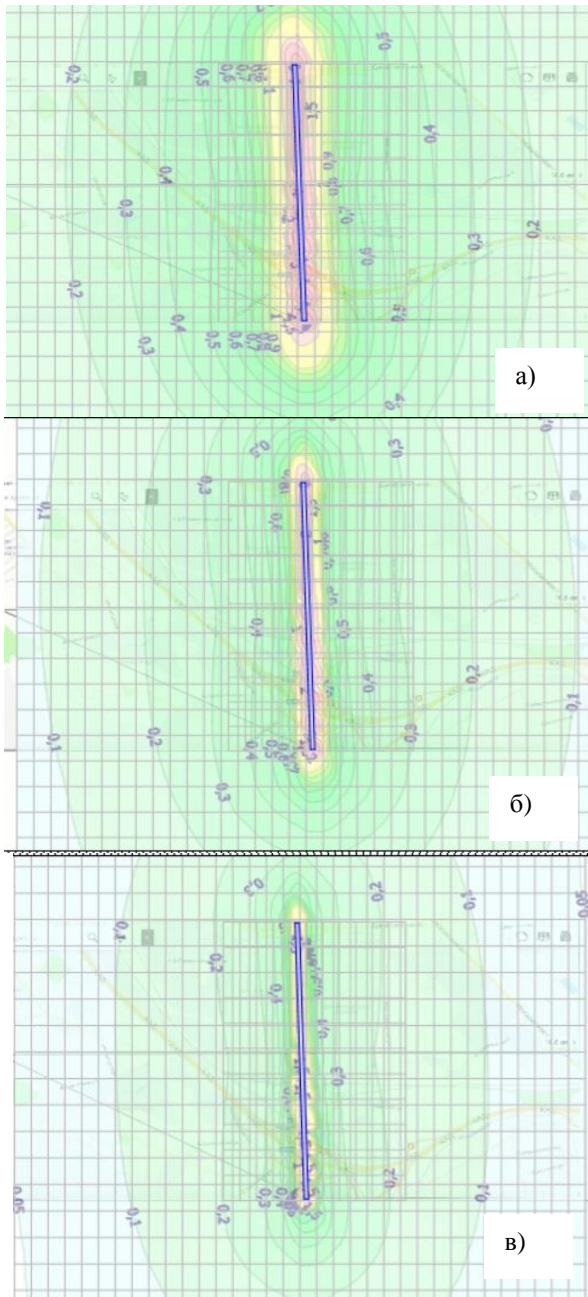


Рисунок 2 – Расчетное прогнозирование загрязнения воздушной среды в долях ПДК диоксидом азота вблизи Пулковского шоссе Санкт-Петербурга при неблагоприятных метеоусловиях и высокой транспортной нагрузке: а) 2025 г.; б) 2030 г.; в) 2035 г.

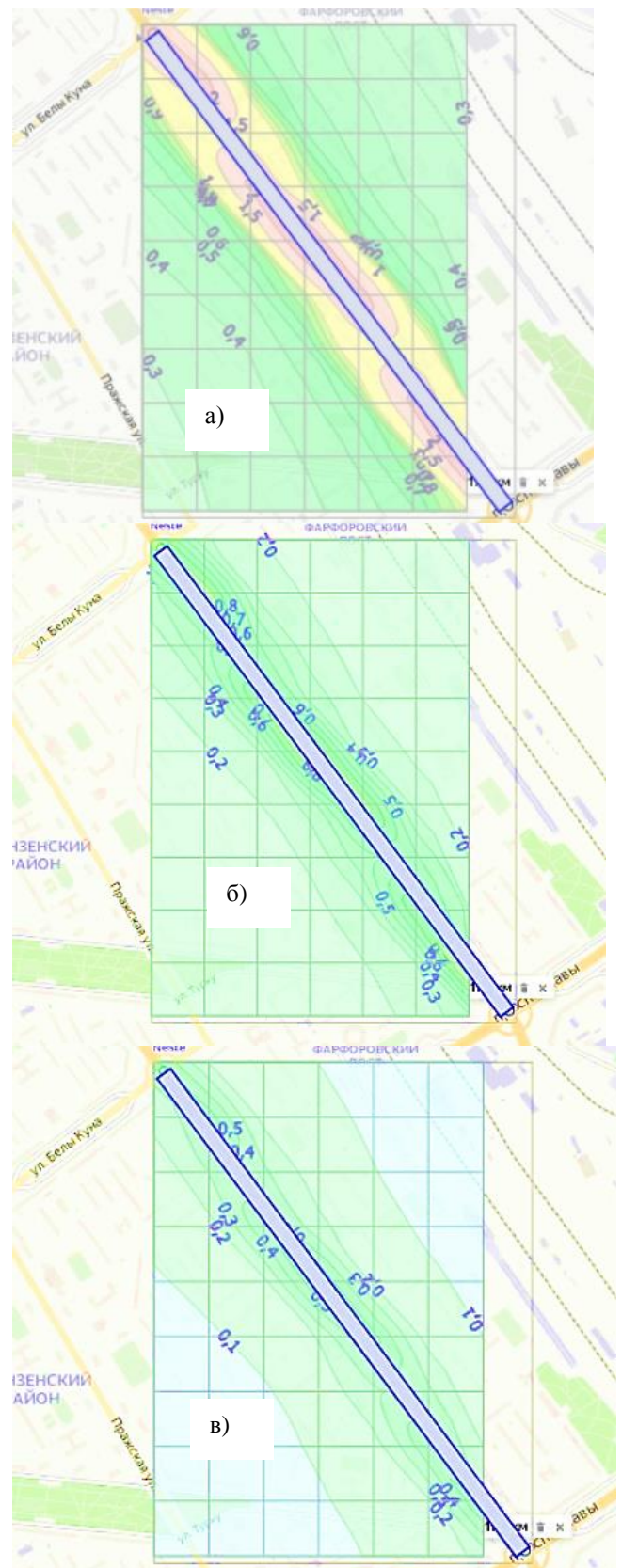


Рисунок 3 – Расчетное прогнозирование загрязнения воздушной среды в долях ПДК диоксидом азота вблизи Софийской улицы Санкт-Петербурга при неблагоприятных метеоусловиях и высокой транспортной нагрузке: а) 2025 г.; б) 2030 г.; в) 2035 г.

Таблица 3 – Прогнозные значения усредненных удельных пробеговых выбросов (факторов эмиссии) поллютантов для учетных категорий автотранспорта АСУТС, г/км

Категория АТС в АСУТС	2018	2025	2030	2035
Cars	0,27	0,11	0,075	0,057
Mid Size 1	1,65	1,21	0,62	0,34
Mid Size 2	4,32	3,62	2,67	1,98
Long Veh 1	5,83	4,73	3,31	2,34
Long Veh 2	6,82	5,71	4,05	2,79
X long	7,54	6,93	5,44	4,27

### Заключение

Проведенное исследование показало, что ужесточение законодательного регулирования выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов, реализация экологически ориентированных мероприятий в транспортном секторе будет в долгосрочной перспективе способствовать сокращению негативного воздействия этой отрасли на окружающую среду, что особенно важно в условиях роста численности населения в городах, роста темпов его автомобилизации и увеличения транспортной деятельности в целом, проявления глобальных экологических проблем, связанных с изменением климата, в т.ч. погодных качелей (волн жары и холода), появления и распространения новых особо опасных инфекций.

Залогом повышения качества управления экологической безопасностью транспортных систем будет являться постепенный переход от прогнозирования по статистическим показателям к прогнозированию на основе достоверной информации о реальной транспортной деятельности, реальной структуре транспортных потоков, активного использования последних достижений в сфере инфо-телекоммуникационных технологий и технологий интеллектуальных транспортных систем.

### Литература

1. Air Pollution. Overview // Official Site of the World Health Organization. – Available at: [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)
2. Orru H., Ebi K.L., Forsberg B. The Interplay of Climate Change and Air Pollution on Health // Curr. Environ. Health Rep. – 2017. – V. 4. – P. 504-513.
3. Liu W, Xu Z, Yang T. Health Effects of Air Pollution in China // Int. J. Environ. Res. Public Health // 2018. – V.15(7). – P. 1471.
4. Brugha R., Grigg J. Urban air pollution and respiratory infections // Paediatr. Respir. Rev. – 2014. – V. 15(2). – P. 194-199.
5. Xue T., Zhu T., Zheng Y., Zhang Q. Declines in mental health associated with air pollution and temperature

variability in China // Nat. Commun. – 2019. – V. 10(1). – P. :2165.

6. Lozhkin V., Gavkalyuk B., Lozhkina O., Evtukov S., Ginzburg G. Monitoring of extreme air pollution on ring roads with PM2.5 soot particles considering their chemical composition (case study of Saint Petersburg) // Transportation Research Procedia. – 2020. – V. 50. – P. 381-388.

7. Lozhkin V., Lozhkina O., Dobromirov V. A study of air pollution by exhaust gases from cars in well court-yards of Saint Petersburg // Transportation Research Procedia. – 2018. – V. 36. – P. 453-458.

8. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Комплексная методология оценки и прогнозирования экологических угроз и социально-экономического ущерба, обусловленных опасным воздействием объектов транспорта и теплоэнергетики на население Крайнего севера // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 1 (47). – С. 8-11.

9. D.J. Miller, B. Actkinson, et al. Characterizing Elevated Urban Air Pollutant Spatial Patterns with Mobile Monitoring in Houston, Texas // Environ. Sci. Technol. – 2020. – V. 54 (4). – P. 2133–2142.

10. Zhang X., Craft E., Zhang K. Characterizing spatial variability of air pollution from vehicle traffic around the Houston Ship Channel area // Atmospheric Environment. – 2017. – V. 161. – P. 167-175.

11. R. Rossi, R. Ceccato and M. Gastaldi. Effect of Road Traffic on Air Pollution. Experimental Evidence from COVID-19 Lockdown // Sustainability. – 2020. – V. 12. – e 8984. – Doi:10.3390/su12218984

12. V. Diegmann, G. Gäbler. Air quality management - from traffic management to environmental traffic management // Proceedings of the Air Quality 2009. Istanbul, 24-27 March 2009. – 2009.

13. Ложкин В.Н. Прогноз экстремального загрязнения воздуха водным и автомобильным транспортом // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2020. – № 3 (53). – С. 17-20.

14. Ложкина О.В., Комашинский В.И. К вопросу о совершенствовании информационного процесса мониторинга и прогнозирования опасного воздействия транспортных выбросов на среду обитания и население // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2021. – № 2. – С. 100-108.

15. Y. Kuang, B. T.H.Yen, E.Suprun, O. Sahin. A soft traffic management approach for achieving environmentally sustainable and economically viable outcomes: An Australian case study // Journal of Environmental Management. – 2019. – V. 237. – P. 379-386.

16. F. M. Awan, R. Minerva, N. Crespi. Improving Road Traffic Forecasting Using Air Pollution and Atmospheric Data: Experiments Based on LSTM Recurrent Neural Networks // Sensors. – 2020. – V. 20. – e3749.

17. Yang Zh., Peng J., Wu L. et al. Speed-guided intelligent transportation system helps achieve low-carbon and green traffic: Evidence from real-world measurements // Journal of Cleaner Production. – 2020. – V. 268. – 122230.

## НАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

С.И. Корягин<sup>1</sup>, С.В. Буйлов<sup>2</sup>, М.В. Буйлова<sup>3</sup>

*Балтийский Федеральный университет имени Иммануила Канта,  
236041. г. Калининград, ул. А. Невского, 14*

Представлена оценка влияния дисперсных наполнителей клеевых композиций, применяемых для соединения различных деталей автомобилей, а также герметизации, снижения вибрации и звукоизоляции. Излагаются результаты исследования влияния наполнителей на прочностные показатели клеевых соединений.

*Ключевые слова:* клеевые соединения, дисперсные наполнители, прочность, трещиностойкость, напряжение, образец, полимерное покрытие.

### FILLED POLYMER COMPOSITIONS FOR REPAIR OF MOTOR VEHICLE PARTS

S.I. Koryagin, S.V. Builov, M.V. Builova

*The Immanuel Kant Baltic federal university (IKBFU),*

*Russia, 236041, Kaliningrad, ul. Lieutenant-General Ozerov, 57*

The influence of dispersed fillers of adhesive compositions used to connect various car parts, sealing, reducing vibration and sound insulation is considered. The results of a study of the effect of fillers on the strength characteristics of adhesive joints are presented.

*Keywords:* adhesive joints, dispersed fillers, strength, crack resistance, stress, sample, polymer coating.

Ремонт деталей кузовов автомобилей представляет собой относительно сложную технологическую задачу, имеющей целью восстановление эксплуатационных свойств автомобилей. В современной промышленности достаточно широко используются различные полимерные клеевые композиции для соединения различных деталей, герметизации, а для машин с мощной энергетической установкой также для снижения вибрации и звукоизоляции [1–3]. Также широко применяются комбинированные соединения: клеесварные (с точечной сваркой) и клее-клёпаные. При этом основную прочность соединения обеспечивает именно клеевой шов, идущий практически по всей площади поверхности соединения деталей, заклепки и сварные швы часто носят технологический характер: обеспечивают соединение деталей на время полимеризации клея, а также применяются для повышения прочности соединения в местах концентрации напряжений в клеевом шве. Поэтому обычно основными характеристиками, показывающими пригодность клеевой композиции, являются различные прочностные характеристики клеевого соединения.

Основным препятствием для широкого использования указанных технологий при ремонте автомобильных кузовов являются весьма ограниченные возможности по регулированию технологических характеристик клеев в жидком состоянии, в частности вязкости, а также по изменению деформационных и прочностных свойств полимеров в отвержденном состоянии.

Одним из методов регулирования вязкости клея, а также его адгезии является введение дисперсных наполнителей [4]. Представляло практический интерес изучить влияние наполнителя на характеристики прочности клеевого соединения.

Как известно [5] способы испытаний конструкционных материалов, в том числе и клеевых соединений, делятся по характеру получаемого результата на две группы:

- первая группа предусматривает испытания образцов в предположении макросплошности конструкционного материала. Она основана на понятии "среднее напряжение", предполагающем, что опасное состояние образца клеевого соединения определяется средним значением

<sup>1</sup>Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, инженерно – технического института, тел. 8 (4012) 595-585; e-mail: skoryagin@kantiana.ru;

<sup>2</sup>Буйлов Сергей Владимирович – к.т.н., доцент инженерно – технического института, тел. 8 (4012) 595-585 e-mail; sbuilov@kantiana.ru;

<sup>3</sup>Буйлова Мария Валерьевна – старший преподаватель инженерно-технического института, тел. 8 (4012) 595-585; e-mail: mbuilova@kantiana.ru.

нормального или касательного напряжения в сечении клеевого слоя; цель испытания – определение таких напряжений. Эти испытания являются наиболее распространенными, как правило, они стандартизованы. Эти методы позволяют определять прочность при действии либо нормальных, либо касательных напряжений. Практическая значимость результатов этих методов ограничена, так как в реальных клеевых соединениях, как правило, действуют одновременно нормальные и касательные напряжения, что требует применения одной из гипотез прочности, применимость которой к клеевому соединению требует обоснования.

- вторая группа предусматривает испытания образцов, содержащих трещины или трещиноподобные дефекты, создающие разрывы сплошности материала и вызывающие предельно высокую концентрацию напряжений в окрестности трещин и дефектов, например, таким дефектом является участок с отсутствием адгезии по причине загрязнения части поверхности одной из соединяемых деталей. Испытания этой группы основаны на концепциях механики трещин. Практическая ценность таких испытаний заключается в возможности оценки опасности различных дефектов, а также зон с высокой концентрацией напряжений.

Все эти испытания дают возможность подбирать состав клеевой композиции, контролировать технологический процесс, выполнять работы по обнаружению, оценке и устранению опасных дефектов. Учет условий и характера разрушения помогает при анализе причин разрушения клеевых соединений.

В настоящей работе используются оба вышеуказанные подхода.

Известно, что воздействие наполнителей на адгезионные свойства полимеров носит сложный характер, что не позволяет дать общих рекомендаций по выбору того или иного наполнителя. Одни и те же наполнители повышают адгезию одних полимеров и снижают адгезию других. Также известна принципиальная возможность повышения трещиностойкости гетерогенных систем по сравнению с гомогенными системами, поскольку гетерогенность способствует дополнительной диссипации энергии, затрачиваемой на продвижение трещины, и ее блокированию на включениях путем образования большого числа микротрещин вместе с тем модели, позволяющие оценивать трещиностойкость гетерогенных систем недостаточно разработаны даже для хрупких материалов [6].

Предполагается, что введение частиц наполнителя повышает трещиностойкость материала, если трещиностойкость наполнителя, а

также соединения наполнителя с матрицей выше трещиностойкости полимерной матрицы.

Исследовались клеевые композиции «Спрут – 5М», «Спрут – 9М» со следующими наполнителями: стеклянный порошок, портландцемент, порошкообразный графит и алюминиевая пудра, как наиболее доступные и поэтому наиболее употребляемые. Применялся микроскопический метод оценки формы и размеров частиц наполнителя. Частицы алюминиевой пудры и графита имели чешуйчатую форму. Формы поверхности частиц портландцемента и стеклянного порошка близки к сферической. Распределения величин диаметров эквивалентных сфер частиц наполнителей показаны на рис. 1.

Результаты прочностных испытаний представлены на рис. 2 – 5. Как видно введение графита снижает трещиностойкость клеевого соединения, а введение алюминиевой пудры снижает трещиностойкость и прочность при нормальном отрыве. Разрушение всех образцов с алюминиевой пудрой происходило когезионно. Это, вероятно, вызвано малой трещиностойкостью графита и слабой адгезией клеев к алюминию, что, вероятно, связано с наличием на поверхности окисной пленки. Таким образом, слабая адгезионная связь наполнителя и связующего является причиной повышения хрупкости наполненного полимера.

При введении в клей стеклянного порошка и портландцемента обнаружено повышение трещиностойкости и прочности клеевого соединения при отрыве в некоторых диапазонах концентрации наполнителя. Снижение величины трещиностойкости происходит при концентрации портланд-цемента свыше 30%, а при концентрации стеклянного порошка 40 – 45% прекращается рост величины трещиностойкости и обнаружена тенденция к ее снижению. При этих же концентрациях наполнителя происходит переход от когезионного разрушения к адгезионному, как в испытаниях на трещиностойкость, так и на равномерный отрыв.

Разрушение происходило частично по поверхности раздела клея и металла. Характер кривых (1) в диапазоне 25-35% на рис. 2 и 3 позволяет предположить возможность дальнейшего повышения трещиностойкости полимерного материала со стеклянным порошком, однако для клеевого соединения эта возможность не может быть реализована и величина трещиностойкости клеевого соединения ограничена трещиностойкостью адгезионного разрушения. Причем, как это видно по кривым (2) тех же рисунков некоторые наполнители в высокой

концентрации способны снижать трещиностойкость.

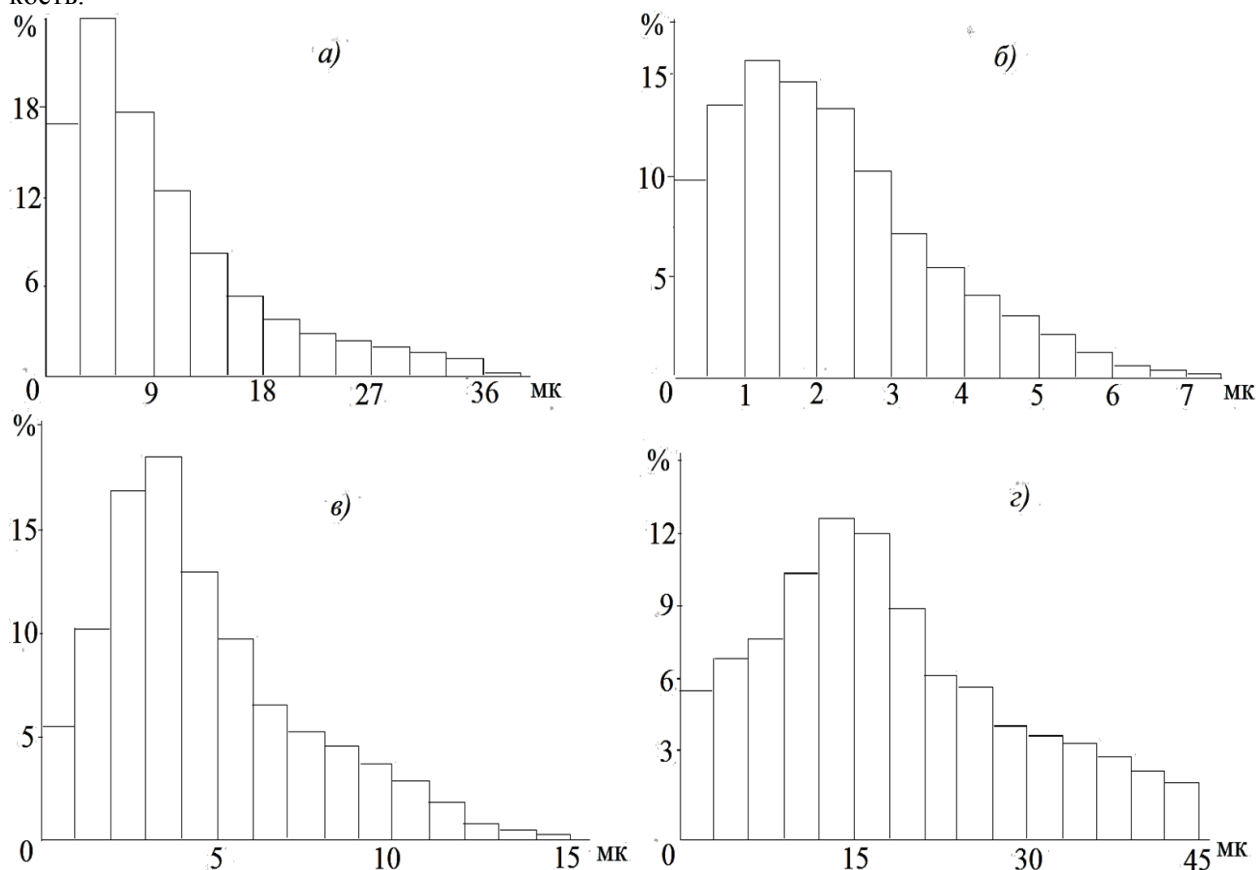


Рисунок 1 – Распределение величия диаметров эквивалентных сфер частиц наполнителей: а) – портландцемента, б) – алюминиевой пудры, в) – графита, г) – стеклянного порошка.

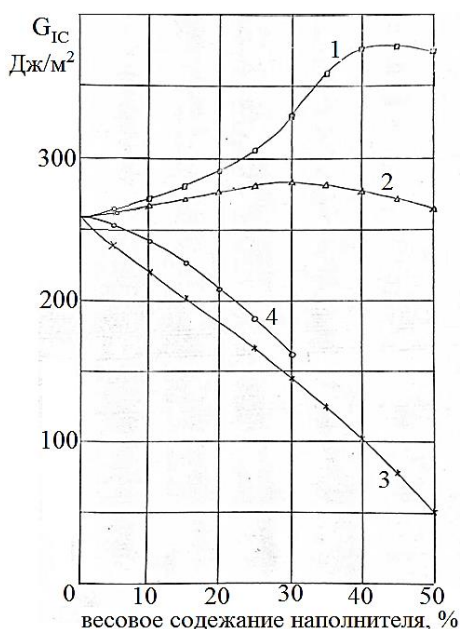


Рисунок 2 – Зависимость трещиностойкости от содержания наполнителя: клеевая композиция "Спрут-5М"; наполнители: 1 – стеклянный порошок; 2 – портландцемент; 3 – графит; 4 – алюминиевая пудра

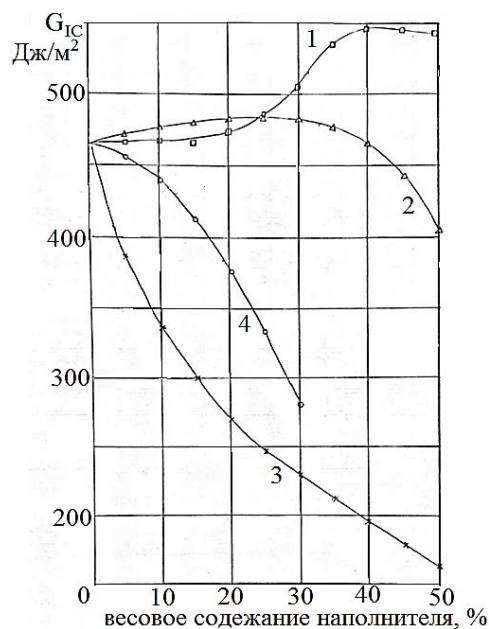


Рисунок 3 – Зависимость трещиностойкости от содержания наполнителя: клеевая композиция "Спрут-9М"; наполнители: 1 – стеклянный порошок; 2 – портландцемент; 3 – графит; 4 – алюминиевая пудра

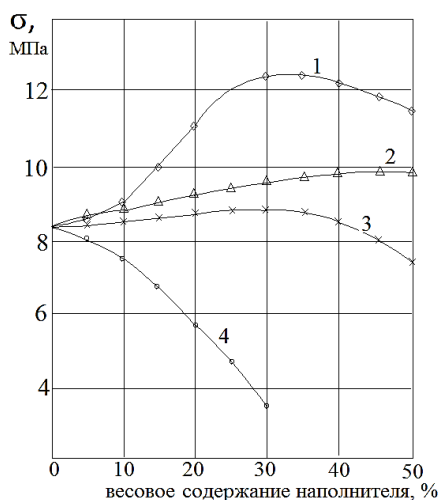


Рисунок 4 – Прочность клеевого соединения при нормальном отрыве: клеевая композиция «Спрут-9М»; наполнители: 1 – стеклянный порошок, 2 – портландцемент; 3 – графит; 4 – алюминиевая пудра

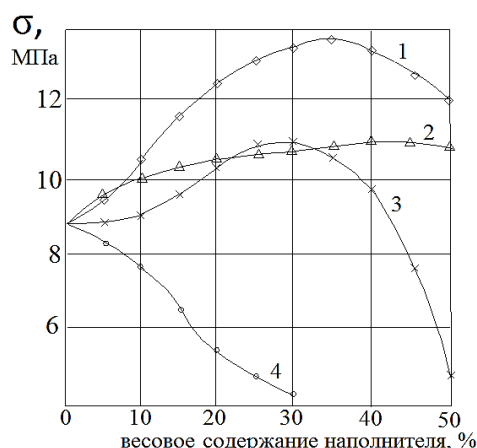


Рисунок 5 – Прочность клеевого соединения при нормальном отрыве: клеевая композиция «Спрут-5М»; наполнители: 1 – стеклянный порошок; 2 – портландцемент; 3 – графит; 4 – алюминиевая пудра

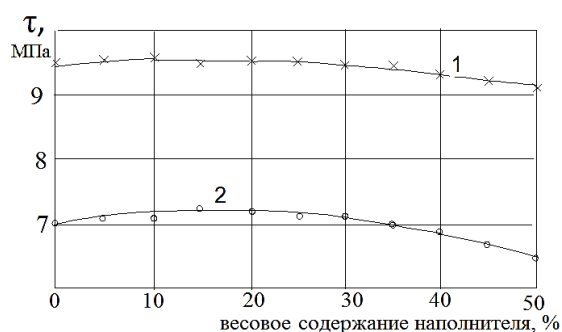


Рисунок 6 – Прочность клеевого соединения при сдвиге: клеевые композиции 1 – «Спрут-9М», 2 – «Спрут-5М»; наполнитель – стеклянный порошок

Следует отметить, что при испытании образцов изготовленных из разных партий клеев имел место заметный разброс результатов

(трещиностойкости до 17%, прочности при отрыве до 32%), однако во всех случаях практически совпадали концентрации наполнителя соответствующие максимуму прочностных характеристик и когезионно-адгезионному переходу.

Влияние наполнителей на прочность клеевого соединения при сдвиге более слабое по сравнению с влиянием на прочность при отрыве и трещиностойкость; достаточно ярко выраженного максимума точности не обнаружено. Вероятно, стандартное испытание на сдвиг (ГОСТ 14759-69) не позволяет достаточно точно выявить влияние наполнителя на прочность клеевого соединения. Основания для такого предположения следующие. В стандартном образце для испытаний на сдвиг имеет место значительная концентрация напряжений, намного превосходящая концентрацию напряжений в стыковом соединении. В этих условиях величина разрушающей нагрузки зависит от соотношения жесткостей клеевого шва и соединяемых элементов, а также от пластичности клея. Эти характеристики заметно меняются при введении в клей наполнителей, следовательно, при различных концентрациях наполнителя не обеспечиваются идентичные условия испытаний. С нашей точки зрения это указывает на необходимость внесения изменений в методику испытания клеевых соединений при сдвиге.

Таким образом, можно сделать вывод, что оптимальная с точки зрения прочности, концентрация наполнителя в клее соответствует точке когезионно-адгезионного перехода, которая гложет быть определена в испытаниях на отрыв или трещиностойкость.

### Литература

1. Технологии склеивания как альтернатива контактной точечной сварки в ремонте кузова автомобиля Ходоркова В.М., Буйлова М.В., Василенко А.В., Северчукова В.И. Научный аспект. 2021. Т. 2. № 2. С. 215-228
2. . Koryagin S.I., Sharkov O.V., Velikanov N.L. Stress state of two-layer composite elements of curved shape IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 7th International Conference on Actual Problems in Machine Building. 2020. С. 012008.
3. Корягин С.И., Шарков О.В., Буйлов С.В. Оценка демпфирующих свойств композиционных материалов для транспортного машиностроения XXV International scientific conference: Proceeding. 2017. С. 14-16.
4. Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. М., «Химия», 1974, - 391 с.
5. Корягин С.И., Буйлов С.В., Липовская Е.П. Полимерные адгезивные материалы для производства и ремонта автомобилей - Техничко-технологические проблемы сервиса №2 (16) 2011
6. Корягин С.И. Несущая способность композиционных материалов. Калининград. ГИПП «Янтарный сказ». 1996. – 301 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

О.П. Кокарев<sup>1</sup>, А.Г. Кириллов<sup>2</sup>, Р.В. Нуждин<sup>3</sup>

*Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, 87*

Рассматривается процесс исследования работы тормозных механизмов на автомобиле KIA Shuma II. Определяется количество рабочих процессов тормозного механизма за конкретный пробег при эксплуатации автомобиля в городе и на трассе.

*Ключевые слова:* тормозная система, тормозной механизм, режим работы, наработка.

### INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE MODES OF OPERATION OF BRAKING MECHANISMS ON THE RELIABILITY OF THE ELEMENTS OF THE BRAKING SYSTEM

O.P. Kokarev, A.G. Kirillov, R.V. Nuzhdin

*Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Russia, 87 Gorky Street, Vladimir, 600000*

The process of studying the operation of braking mechanisms on a KIA Shuma II car is considered. The number of working processes of the braking mechanism for a specific mileage during the operation of the car in the city and on the highway is determined.

*Keywords:* brake system, brake mechanism, operating mode, operating time

Современный автомобиль наряду со своими сервисными функциями в жизни общества становится в тоже время средством все более высокой техносферной опасности для человека. Основными системами отвечающие за активную безопасность автомобиля остаются: рулевое управление, подвеска, колеса и тормозная система (ТорС).

В ходе проведения, по заказу Минтранса России, Госстандарта России и МВД России, эксперимента по организации инструментальной проверки автотранспортных средств в ряде регионов страны было выявлено, что преобладающими неисправностями транспортных средств, оказывающими наибольшее влияние на безопасность дорожного движения, являются неисправности тормозной системы (ТорС), рулевого управления и светотехники. Результаты проверки 105 820 автомобилей в 180 центрах инструментального контроля показали, что свыше 30 % автомобилей имели неисправности, с которыми запрещается их эксплуатация. Причём 29 % от общего количества неисправных автомобилей имели отклонение нормативных параметров ТорС [1].

Изменение исходных параметров элементов тормозной системы влечет за собой ухудшение выходных параметров их работы. Это приводит к потере работоспособного состояния всей системы. При возникновении отклонений от нормативных значений параметров отдельных элементов в тормозной системе, влечет потерю работоспособности и эксплуатация автомобиля в итоге будет запрещена в соответствии с ПДД [2,3].

В работе [4] выполнено исследование по определению наработки замены элементов ТорС на основе обработки статистической информации. Результаты исследования показали, что для легковых автомобилей марки КИА РИО с компоновкой тормозной системы без АБС и с задними тормозными барабанами рекомендуемая наработка до замены элементов ТорС составляет следующие значения, представленные в таблице 1.

В приведенном исследовании не учитывались режимы эксплуатации автомобиля и в частности, тормозной системы. Под режимом работы тормозной системы понимается количество включений в работу всех элементов ТорС

<sup>1</sup>Кокарев Олег Петрович – аспирант по направлению подготовки: 23.06.01 Техника и технологии автомобильного транспорта, e-mail: angelok778@mail.ru;

<sup>2</sup>Кириллов Александр Геннадьевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт», e-mail: kafedraat@vlsu.ru;

<sup>3</sup>Нуждин Роман Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», e-mail: kafedraat@vlsu.ru.

(т.е. количество нажатий на педаль тормоза, взаимодействие тормозных колодок с дисками и барабанами и пр.) за определенный интервал пробега.

Таблица 1 – Рекомендуемые наработки до замены

№ п/п	Объект	Рекомендуемая наработка, тыс. км
1	Тормозные колодки	45 (ТО-3)
2	Тормозные барабаны	135 (ТО-9)
3	Тормозные диски	150 (ТО-10)
4	Рабочие тормозные цилиндры	225 (ТО-15)

В данной статье приводятся результаты исследования по определению режимов работы тормозных механизмов автомобиля. Исследование проводилось в реальных дорожных условиях на автомобиле KIA Shuma II с компоновкой

ТорС без АБС и с задними барабанными тормозными механизмами (ТМ). Перед началом эксперимента было выполнено полное техническое обслуживание всей тормозной системы, заменены все тормозные колодки, диски, барабаны и др. элементы. Перед началом эксперимента было выполнено полное техническое обслуживание всей тормозной системы, заменены все тормозные колодки, диски, барабаны и др. элементы. Таким образом ТорС приведена по техническим параметрам в исходное состояние и соответствует с нормативными требованиями.

Цель исследования заключалась в определении режимов работы (количества рабочих процессов) элементов тормозной системы на различных интервалах наработки и в разных категориях условий эксплуатации. Для подсчета количества рабочих процессов был разработан датчик учета работы ТорС, принципиальная схема которого представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Принципиальная схема датчика учета работы ТорС

Датчик состоит из регулятора напряжения, цифрового дисплея, контактов управления, кнопки сброса (*Reset*) показаний, элемента питания и процессора обработки и хранения информации.

Принцип работы датчика (рисунок 2) заключается в преобразовании входящего электросигнала (замыкании электрической цепи при нажатии на педаль тормоза) через контакты управления в цифровое значение, которое выводится на дисплей. При каждом замыкании цепи (нажатия на педаль тормоза) процессор обрабатывает сигнал и выводит его на дисплей. Процессор обладает постоянным запоминающим устройством (ПЗУ), поэтому в его памяти хранятся цифровые значения. Максимальная емкость ПЗУ составляет 99999 единиц.

При нажатии на педаль тормоза 1 замыкаются контакты в концевики 2, сигнал по

электроцепи передаётся на лампу стоп-сигнала 4. Параллельно сигнал подается и на датчик 3, который фиксирует количество данных сигналов. Количество рабочих циклов тормозных механизмов сохраняется в ПЗУ. Данный датчик был установлен на автомобиль и подключен к электроцепи стоп-сигнала, показания на датчике и на одометре были сброшены на 0. Эксплуатация автомобиля осуществлялась на автомобильных дорогах с IV по V категории дорог и со II по V категории условий эксплуатации [5,6] в период с марта месяца по август одного календарного года.

Всего за период с 01 марта по 30 августа 2020 года было пройдено на автомобиле ( $L$ ) 5484 км и выполнено рабочих процессов ( $N$ ) 19567 ед. Для классификации режимов работы предложено их разделить на две категории: 1 - городская эксплуатация ( $L_1$  – пробег и  $N_1$  -



количество рабочих процессов ТС в режиме «Город»; 2 – эксплуатация на трассе ( $L_2$  и  $N_2$  в режиме «Трасса». Из 5484 км эксплуатация в режиме «Город» составляет 2258,6 км и 3225,4 км в режиме «Трасса».

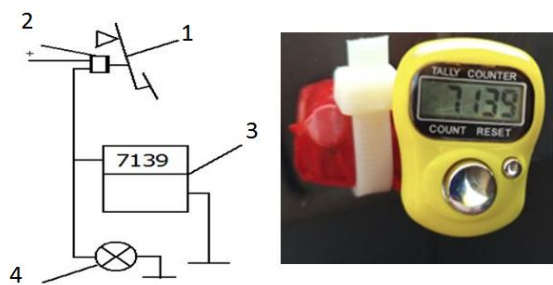


Рисунок 2 – Принципиальная схема работы датчика режима работы ТМ: 1 – педаль тормоза, 2 – концевик педали тормоза, 3 – датчик,

4 – лампа стоп-сигнала

$$L = L_1 + L_2 \quad (1)$$

Полная инфографика результатов исследования представлена ниже на рисунке 3.

На рисунке 3 каждый столбец соответствует пробегу каждой поездки, а график показывает количество нажатий на педаль тормоза, т.е. рабочих процессов. При анализе инфографики, видно, что количество нажатий в режиме «Трасса» значительно меньше, чем в режиме «Город». При детальном анализе режима «Город» установлено, что за пробег  $L_1$  2258,6 км было совершено 17143 рабочих процессов тормозными механизмами  $N_1$ .

Фрагмент результатов исследования в режиме «Город» отражен в таблице 2.

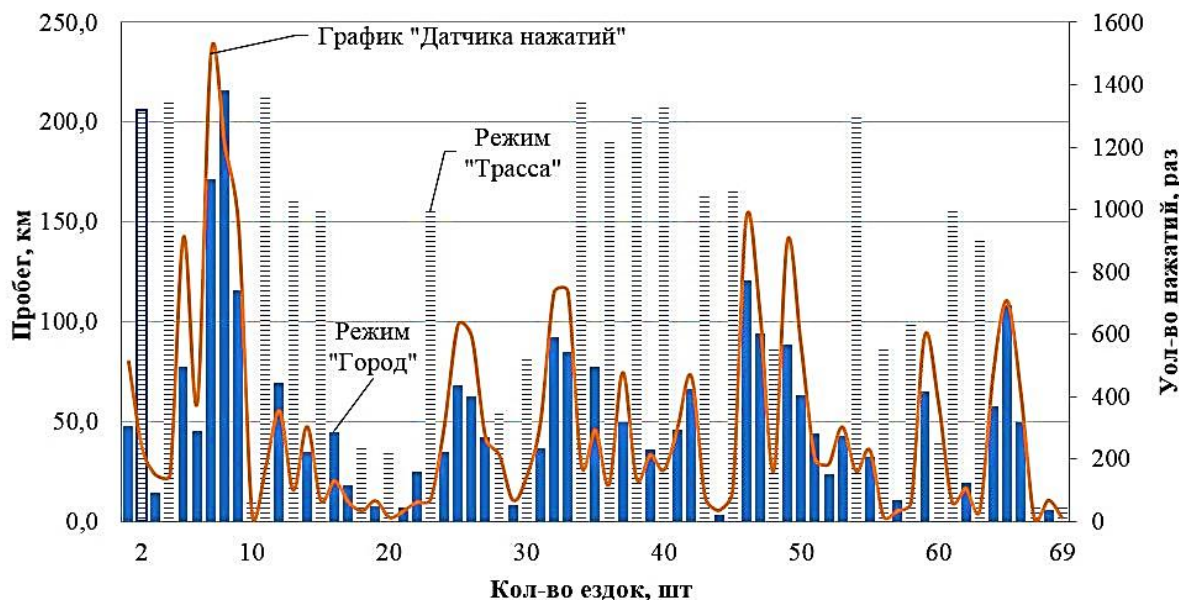


Рисунок 3 – Инфографика режимов работы тормозных механизмов

Таблица 2 – Фрагмент результатов исследования работы ТМ в режиме «Город»

№ п/п	Пробег за поездку $L_{1i}$ км	Количество нажатий в режиме		Город
		за поездку, $N_{1i}$	$N_{1i}^{1 км}$ , на 1 км	
1	2	3	4	5
1.	48,0	510	10,6	Владимир
2.	14,2	146	10,3	Кинешма
3.	77,2	910	11,8	Владимир
4.	45,0	380	8,4	Владимир

Определено минимальное количество рабочих процессов  $N_1^{min} = 1,9$  на 1 км пробега, максимальное количество  $N_1^{max}$  составляет 11,8, а среднее число  $N_1^{cp}$  рабочих процессов равно  $7,5 км^{-1}$  за весь период наблюдения в данном

режиме. Всего была 41 поездка в режиме «Город» с разными пробегами.

В режиме «Трасса» значение рабочих процессов тормозных механизмов составляет:

$$- N_2^{min} = 0,2 км^{-1};$$

- $N_2^{max}$  равно 3,9 км<sup>-1</sup>;
- $N_2^{cp}$  составляет 0,9 км<sup>-1</sup>.

Для смешанного режима эксплуатации среднее число рабочих циклов  $N_{cp}$  составит 4,2 ед.

Фрагмент результатов исследования рабочих процессов в режиме «Трасса» представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Фрагмент результатов исследования рабочих процессов в режиме «Трасса»

№ п/п	Номер трассы	Наработка $L_{2i}$ , км	Нажатий в режиме	
			За поездку $N_{2i}$	$N_{2i}$ , км <sup>-1</sup>
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Р 132, 17Н-3	206,0	229	1,1
2.	17Н-3, Р 132	209,6	145	0,7
3.	М-7, 17Н-3, 17 К-1, 24К-111	212,2	176	0,8
4.	17Н-3, Р 132	160,6	98	0,6

В соответствии с результатами проведенного исследования следует вывод, что количество нажатий на педаль тормоза по городу составляет от 1,9 до 11,8 раз на 1 км пути, а в режиме «Трасса» этот диапазон составляет от 0,3 до 3,9 км<sup>-1</sup>.

Преимущественно автовладельцы эксплуатируют автомобиль в обоих режимах с разным соотношением (например, 20% в режиме «Город», а 80% в режиме «Трасса» и т.д.), что соответствует и разной интенсивности

эксплуатации, от которой сильно зависит изнашивание деталей автомобиля, особенно элементов ТопС.

При использовании, полученных экспериментальным путем значений  $N_1^{cp}$  и  $N_2^{cp}$ , рассчитан коэффициент приведения (коэффициент Кокарева  $K_K$ ) для конкретного соотношения режимов эксплуатации (интенсивность эксплуатации) автомобиля (таблица 4),

$$K_K = \frac{N_1^i + N_2^i}{L}$$

Таблица 4 – Коэффициент Кокарева

№ п/п	Режим	Интенсивность эксплуатации, %									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	
1	Город, $L_1$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
2	Трасса, $L_2$	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
3	Коэф-т Кокарева, $K_K$	1,53	2,17	2,8	3,43	4,07	4,7	5,33	5,97	6,6	

При проведении и планировании технического обслуживания (ТО) автомобиля информация о его наработке в режиме «Город» отсутствует. Для корректного планирования ТО необходимо определить интенсивность эксплуатации автомобиля. Таким образом, зная пробег  $L$  и количество  $N$  рабочих циклов ТМ, можно определить интенсивность эксплуатации автомобиля за этот период при соблюдении условия:  $K_K = K'_K$ . По известным значениям рассчитывается коэффициент Кокарева  $K_K$ :

$$K_K = \frac{N}{L} \tag{2}$$

Для определения интенсивности эксплуатации, необходимо решить систему уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} L'_1 = \frac{L}{100} i, \text{ где } i = 1 \dots 100; \\ L'_2 = L - L'_1; \\ L' = L'_2 + L'_1; \\ N'_1 = L'_1 N_1^{cp}, \text{ при } N_1^{cp} = 7,5; \\ N'_2 = L'_2 N_2^{cp}, \text{ при } N_2^{cp} = 0,9; \\ N' = N'_1 + N'_2; \\ K'_K = \frac{N'}{L'} \end{array} \right. \tag{3}$$

Рекомендуемая наработка  $L_{доп}$  до замены передних тормозных колодок при обработке статистических данных при  $\gamma=0,95$  составляет 45 тыс. км [4]. На данном интервале наработки, при  $K_K=4,07$ , среднее количество рабочих процессов ТМ  $N_i^{4,07}$  найдем:

$$L_1^{4,07} = L_2^{4,07} = \frac{L_{\text{доп}}}{2} = 22500 \text{ км.} \quad (4)$$

Тогда

$$N_i^{4,07} = N_i^{\text{ср км}^{-1}} L_i^{4,07}; \quad (5)$$

$$N_1^{4,07} = N_1^{\text{ср км}^{-1}} L_1^{4,07} = 7,5 \cdot 22500 = 168750 \text{ ед.,}$$

$$N_2^{4,07} = N_2^{\text{ср км}^{-1}} L_2^{4,07} = 0,9 \cdot 22500 = 20250 \text{ ед.}$$

Общее количество рабочих циклов составит:

$$N^{4,07} = N_1^{4,07} + N_2^{4,07} \quad (6)$$

$$= 189200 \text{ ед.}$$

Получается, что при  $L_1^{4,07} = L_2^{4,07}$ , тормозные механизмы будут работать 168700 раз

в режиме «Город» и 20500 в режиме «Трасса». При других соотношениях интенсивности эксплуатации информация отображена на рисунке 4.

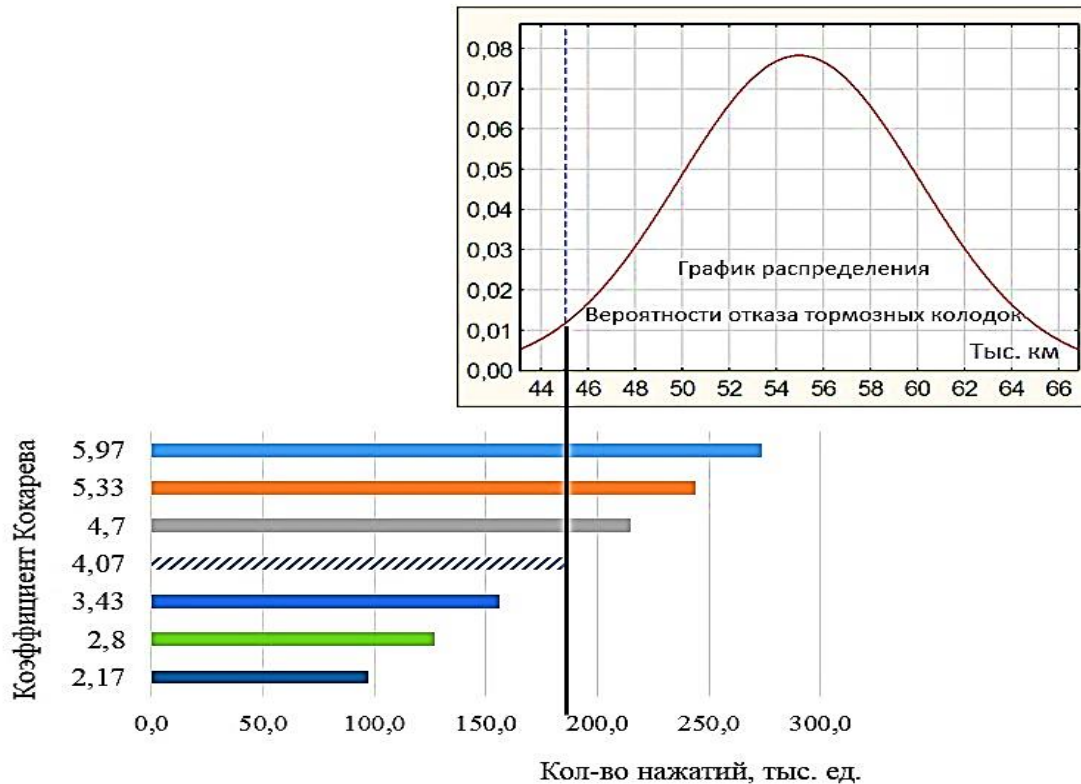


Рисунок 4 – Количество рабочих процессов ТМ при разной интенсивности эксплуатации на интервале наработки 45000 км

На гистограмме рисунка 4, столбец с  $K_K = 4,07$  выделен штриховкой. Условно принимаем, что он соответствует допустимой наработке  $L_{\text{доп}}$  45 000 км (табл. 1), при которой рекомендуется замена тормозных колодок.

Тогда составим логическое выражение, при нарушении которого эксплуатация автомобиля становится небезопасной. Так как превышает уровень безотказной работы ТормС принимаемый 5% [4,6,7].

$$L_{\text{доп}} > L \quad (7)$$

Столбцу с  $K_K = 2,17$  соответствует  $N^{2,17} = 97200$  ед. До наработки, при которой необходимо менять элемент ТормС, в 45000 км

остается еще более 90000 рабочих циклов ТМ, что по выражению (5) и при  $N_{\text{ср}} = 4,2$  соответствует пробегу 21428 км.

Столбцу с  $K_K = 5,97$  соответствует  $N^{5,97} = 66428$  км, что превышает допустимую наработку  $L_{\text{доп}}$ . Нарушается выражение (7) и перепробег составляет 21428 км.

Аналогичным образом ситуация выглядит с остальными элементами тормозной системы (таблица 4).

В ходе проведенного исследования выявлена актуальность в определении интенсивности эксплуатации автомобиля.

Таблица 4 – Результаты расчетов отклонения наработок до обслуживания или замены элементов ТорС с учетом режимов

Элементы ТорС	Наработка до замены, $L_{\text{Доп}}$ км	Отклонение наработок при разных режимах эксплуатации, тыс. км						
		$K_K^{2,17}$	$K_K^{2,8}$	$K_K^{3,43}$	$K_K^{4,07}$	$K_K^{4,7}$	$K_K^{5,33}$	$K_K^{2,17}$
Тормозные колодки	45 000	-21,5	-14,8	-7,4	0	7,4	14,8	21,5
Тормозные барабаны	135 000	-66,8	-44,5	-22,3	0	22,2	44,5	66,8
Тормозные диски	150 000	-74,2	-49,5	-24,7	0	24,7	49,5	74,2
Рабочие тормозные цилиндры	225 000	-111,3	-74,2	-37,1	0	37,1	74,2	111,3

В данной статье рассмотрено исследование по определению интенсивности эксплуатации автомобиля, а также тормозных механизмов и тормозной системой без АБС. Установлено, что в режиме «Город» количество рабочих процессов ТМ превосходит в 7,5 раз в режиме «Трасса». Таким образом, при техническом обслуживании и прогнозировании остаточного ресурса элементов тормозной системы необходимо учитывать интенсивность эксплуатации автомобиля. Это позволит рационально использовать финансовые и временные ресурсы на ТО, а главным образом будет способствовать поддержанию ТорС в технически исправном состоянии.

### Литература

1. О транспорте. Техническое состояние и безопасность автотранспортных средств URL: <http://www.transportpart.ru/poids-111-2.html> (дата обращения 17.04.2021).
2. ГОСТ 33997-2016 Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки.
3. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 04.12.2018) "О Правилах дорожного движения" (вместе с "Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения).
4. А.Г. Кириллов, Д.Н. Смирнов, О.П. Кокарев. Исследование надежности механизмов тормозных систем автомобилей. 5-ая Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте», 22 – 23 мая 2019 года, г. Орел.
5. СНиП 2.05.02-85. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. УТВЕРЖДЕНЫ постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 17 декабря 1985 года N 233.
6. "РД 3112199-1085-02. Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств" (утв. Минтранс РФ 04.04.2002) (вместе с

"Классификацией автотранспортных средств") (с изм. от 07.12.2006).

7. Баженов Ю.В., Баженов М.Ю. Основы надежности и работоспособности технических систем : учеб. пособие / Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2017.
8. А.Г Кириллов, А.С. Ратников, О.П. Кокарев. Методика оперативного прогнозирования остаточного ресурса элементов тормозной системы. Научный журнал. Вестник гражданских инженеров. №1(178). Февраль 2020. г. Санкт-Петербург.
9. Зорин В. А. Основы работоспособности технических систем : учеб. для вузов / В. А. Зорин. – М. : Магистр-Пресс, 2005. – 536 с. – ISBN 5-902048-51-6.
10. Болдырев Д.А. Повышение работоспособности и ресурса пары трения "тормозной диск - колодка" : Дис. ... канд. техн. наук : 05.16.01 : Тольятти, 2004 137 с. РГБ ОД, 61:05-5/1420.
11. Русаков В.З. Безопасность автотранспортных средств в эксплуатации: Дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.10 Москва, 2004 360 с. РГБ ОД, 71:05-5/632.
12. Топалиди, В. А. Повышение эффективности эксплуатационного контроля тормозных свойств и систем АТС // Автомобильная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 25 – 27.
13. Болдин А. П. Основы научных исследований: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А.П. Болдин, В.А. Максимов. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 336 с.
14. Герасимов А.В. Методы идентификации и оперативного прогнозирования состояния агрегатов автомобиля для автоматизированной бортовой системы управления. Дис. ... к-та техн. наук : 05.13.06 Москва, 2014
15. Кокорев Г. Д. Математическое описание процесса изменение диагностического параметра автомобиля. Научный журнал КубГАУ, №120 (06), 2016 год.
16. Бышов Н.В. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы. /Н.В. Бышов//Вестник КрасГАУ. – 2013. №12.
17. В.Е. Гмурман. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистке. Издание девятое, стереотипное. ФГУП «Издательство «Высшая школа», Москва 200



# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.926

## ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ПАРЫ ТРЕНИЯ НОЖ-РЕШЕТКА В ШНЕКОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯХ ТВЕРДООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Пеленко<sup>1</sup>, А.М. Хлыновский<sup>2</sup>, Г.В. Баринов<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Россия, 191186, Санкт-Петербург, Большая Морская ул. 18;

<sup>3</sup>Университет ИТМО, Россия, 197101, Санкт-Петербург, Кронверский пр.-т, 49

В данной статье рассматривается одна из актуальных задач оптимизации конструктивных параметров шнековых измельчительно-режущих машин, заключающаяся в снижении скорости износа лезвий ножа за счет перехода от традиционной схемы крепления пары нож-решетка в режущей головке по внешнему кольцевому периметру, к прогрессивной схеме крепления по окружности центрального отверстия решетки. В исследовании поставлена и решена аналитическими методами задача оценки скорости изнашивания лезвий ножа шнекового измельчителя в различных условиях закрепления режущей пары нож-решетка, а также определена длительность периода приработки пары трения при традиционной схеме крепления, приводящей к концентрации контактных напряжений. На основе анализа особенностей физической модели процесса контактного взаимодействия лезвий ножа и решетки сформулированы условия закрепления, исключающие концентрацию взаимных сил трения в стыке нож-решетка и обеспечивающие снижение скорости износа. При этом показано, что реализация предложенного способа позволяет в два раза повысить ресурс режущей головки и исключить фазу интенсивного приработочного износа лезвий ножа, вызывающую снижение качества измельчения.

*Ключевые слова:* математическое моделирование; физическая модель; дифференциальное уравнение изнашивания; переменная нагрузка; концентрация сил трения; скорость износа; назначенный ресурс; лезвие ножа; измельчительная решетка.

## INCREASING THE RESOURCE OF A FRICTION PAIR KNIFE-GRID IN SCREW GRINDERS OF SOLID MATERIALS

V.V. Pelenko, A.M. Khlynovsky, G.V. Barinov

*Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 18 Bolshaya Morskaya str.,  
Saint Petersburg, 191186, Russia;*

*ITMO University, 49 Kronversky Ave., Saint Petersburg, 197101, Russia*

This article discusses one of the urgent problems of optimizing the design parameters of screw grinding and cutting machines, which consists in reducing the wear rate of knife blades due to the transition from the traditional mounting scheme for a pair of knife-grid in the cutting head along the outer annular perimeter, to a progressive mounting scheme along the circumference of the central lattice holes. In the study, the problem of estimating the wear rate of the blades of a screw grinder knife under various conditions of fastening of the cutting knife-grid pair was posed and solved by analytical methods, and the duration of the running-in period of the friction pair was determined with the traditional fastening scheme, leading to the concentration of contact stresses. Based on the analysis of the features of the physical model of the process of contact interaction between the blades of the knife and the grid, the conditions for fixing are formulated, which exclude the concentration of mutual friction forces in the knife-grid junction and ensure a decrease in the wear rate. At the same time, it is shown that the implementation of the proposed method makes it possible to double the resource of the cutting head and eliminate the phase of intense running-in wear of the knife blades, which causes a decrease in the quality of grinding.

*Keywords:* mathematical modeling; physical model; differential equation of wear; variable load; concentration of friction forces; wear rate; assigned resource; blade of knife; shredding grate.

<sup>1</sup>Пеленко Валерий Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры «Теплосиловые установки и тепловые двигатели», e-mail: [pelenko1@rambler.ru](mailto:pelenko1@rambler.ru);

<sup>2</sup>Хлыновский Алексей Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплосиловые установки и тепловые двигатели», e-mail: [alexava@mail.ru](mailto:alexava@mail.ru);

<sup>3</sup>Баринов Григорий Владимирович – магистрант НИУ ИТМО, e-mail: [gryngo@yandex.ru](mailto:gryngo@yandex.ru).

## Введение

Из литературных источников следует, что степень износа основных средств в области пищевого оборудования достигает 70%. Более 27% парка технологического оборудования занимает импортная техника [1]. При этом, более 40% оборудования требует замены, 25% могут быть модернизированы и лишь 20% составляют достойную конкуренцию на международном уровне. Именно поэтому дальнейшее совершенствование измельчительного оборудования является первоочередной задачей. Процессы измельчения твердообразных материалов изучаются непрерывно, однако не на все вопросы найдены окончательные ответы.

Проблеме разработки теории процессов резания и экструзии твердообразных материалов посвящено более 90 диссертационных работ, включая полтора десятка докторских исследований.

Углубление и расширение теоретических исследований измельчительного оборудования позволит повысить его производительность и снизить энергоемкость. Анализ известных материалов показывает, что общей теории функционирования и расчета процессов измельчения твердообразных материалов посвящены работы, содержание которых отражено в отечественной [2-4] и зарубежной литературе [5]. Вопросам изучения особенностей процесса формирования внутришнекового давления в измельчителях посвящены исследования зарубежных [6-13] ученых, а также российских авторов [14-16]. Основам теории моделирования ножевых головок и разработки конструкций режущих механизмов касаются работы Российских авторов [17-19]. Особенности конструирования ножей посвящены публикации [20-22]. Основам теории расчета измельчительной решетки изложена в работах отечественных исследователей [23-25]. Работы [26-29] касаются вопросов оценки ресурса таких элементов режущего узла, как нож и решетка. С повышением долговечности измельчителей связаны исследования методов восстановления и упрочнения режущих элементов в ипостаси нож-решетка [30-32]. Совершенствованию внутренних и поверхностных структур режущего инструмента посвящены работы [33, 34].

При всей многочисленности и разнообразии исследований по вопросам совершенствования шнекового измельчительного оборудования, недостаточно сконцентрированное внимание посвящено созданию корректных математических моделей, описывающих специфику явления исчерпания ресурса и износа ножа.

Актуальность проблематики рассматриваемых вопросов усиливается еще и тем фактором, что в последние годы существенное

внимание уделяется задаче утилизации твердых отходов различных производств. При этом предварительной фазой переработки отходов является процесс их измельчения, который требует существенного расширения парка высокоэффективного измельчительного оборудования и дальнейшего развития теории расчета и оценки ресурса его комплектующих элементов.

Данная статья, посвящена математическому описанию процесса абразивного износа лезвий ножа при контактном взаимодействии с измельчительной решеткой.

Конструктивное исполнение и реализация следствий анализа математической модели дает возможность уменьшить скорость износа режущей пары нож-решетка, повысить ресурс, существенно снизить энергоемкость процесса измельчения сохранив качество продукта.

Цель работы – формирование математической модели оценки скорости изнашивания лезвий ножа шнековых измельчителей и времени износа до предельного состояния.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является процесс взаимодействия ножа и решетки в режущей паре шнекового измельчителя. В качестве предмета исследования рассматривается скорость изнашивания и время износа лезвий ножа до предельного состояния в различных условиях закрепления решетки.

В качестве метода исследования выбрано математическое моделирование процесса изнашивания лезвия ножа в условиях концентрации контактных напряжений на внешней периферийной кольцевой зоне решетки средствами теории износа, теории упругости и дифференциального исчисления.

## Результаты и обсуждение

Одной из задач оптимизации шнековых измельчителей – режущих машин является оценка длительности периода приработки пары трения нож-решетка при традиционной схеме крепления и определение возможности для исключения фазы интенсивного износа лезвий ножа.

Фактором, определяющим характер взаимодействия плоскости лезвий ножа с кольцевой плоскостью решетки, является соотношение толщин лезвий ножа и решетки. Действительно, если соотношение толщин ножа и решетки обеспечивает одинаковый их прогиб, то упругие линии их изгиба эквидистантны, и отсутствует концентрация контактных напряжений, они распределены равномерно, а этап взаимной приработки ножа и решетки отсутствует. Однако, если такое оптимальное соотношение толщин ножа и

решетки не соблюдается, то происходит приработка плоскости ножа и решетки и наблюдается повышенная скорость их износа. При этом возможны два характерных случая взаимодействия плоскостей лезвий ножа и решетки. В первом случае, когда толщина ножа «завышена» и обеспечивает прогиб лезвия, который по величине меньше, чем прогиб решетки обусловленный его «заниженной» толщиной, наблюдается неполное прилегание центральной зоны лезвий ножа к центральной кольцевой плоскости решетки. При таком соотношении толщин, физическая модель взаимодействия ножа и решетки представляет собой двухопорную балку в виде ножа, опирающегося периферийными зонами его лезвий на внешнюю периферийную кольцевую зону измельчительной решетки, где наблюдается концентрация контактных напряжений, приработка поверхностей и их повышенный износ.

В условиях традиционной схемы затяжки перфорированной измельчительной решетки по ее внешнему периферийному кольцевому контуру центральной зажимной гайкой

шнекового измельчителя, физическая модель взаимодействия его элементов формируется в виде, представленном на рисунке 1.

Приведенная схема отражает вариант описанного конструктивного исполнения решетки и ножа по такому соотношению их толщин, когда величина прогиба решетки больше, чем величина прогиба лезвий ножа.

Во втором случае, когда толщина ножа «занижена» и обеспечивает прогиб лезвия, который по величине больше, чем прогиб решетки, наблюдается концентрация контактных напряжений в центральной зоне соприкосновения поверхности лезвий ножа с плоскостью измельчительной решетки, их приработка и ускоренный износ.

Характер механического взаимодействия в зоне приработки лезвия ножа и плоскости решетки в этом втором случае остается прежним, идентичным по особенностям математического описания первому случаю, но приработочный износ осуществляется не на внешней периферийной части лезвий, а в центральной опорной части ножа.

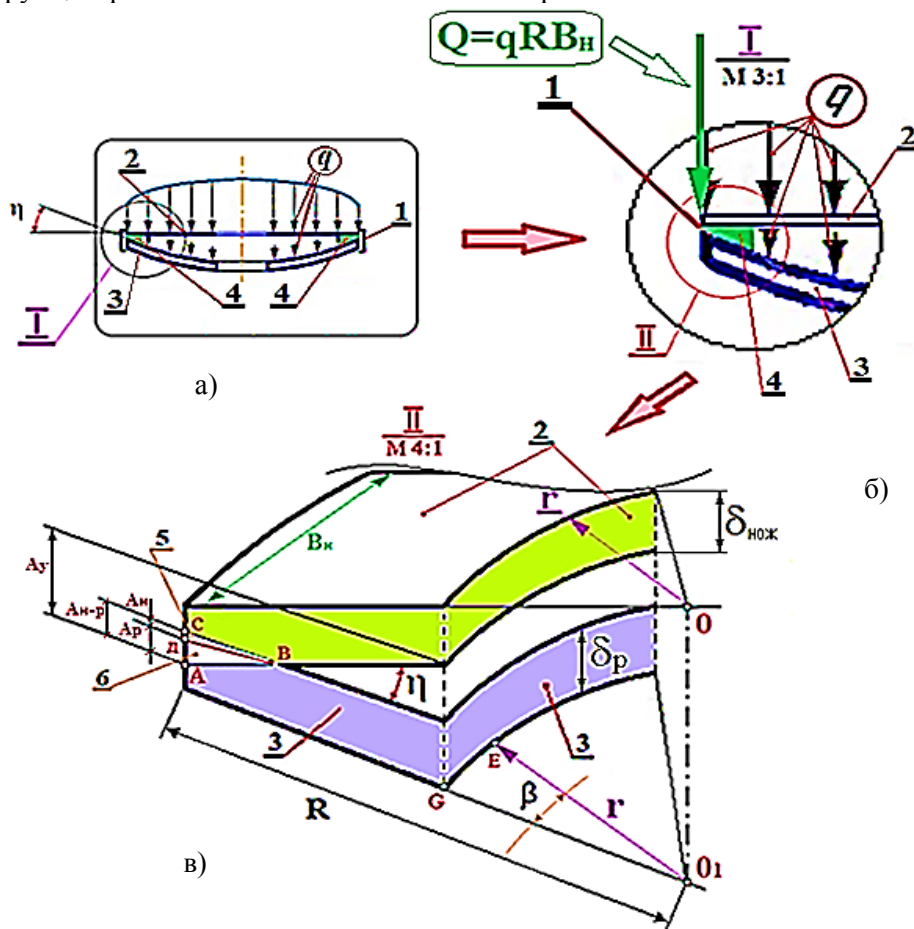


Рисунок 1 – Схема традиционного условия закрепления, а также распределения деформаций и характера износа для кольцевой измельчительной решетки с жесткой заделкой по ее внешнему кольцевому контуру: 1-внешняя кольцевая жесткая заделка решетки; 2-лезвие ножа призматической формы; 3-кольцевая измельчительная решетка; 4-зоны концентрации напряжений (ABC) и повышенной скорости износа решетки и лезвий ножа; 5-область (BCD) износа решетки; 6-область (ABD) износа лезвия ножа

Значение величины износа ножа, после достижения которого форма изогнутой образующей лезвия примет форму упругой линии изгиба решетки и контактные напряжения в зоне соприкосновения поверхности лезвия с поверхностью решетки приобретут равномерный характер, определяется разностью величин прогиба решетки и ножа от воздействия давления нагнетания. Очевидно, что до этого момента на поверхности соприкосновения контактной зоны лезвий с поверхностью решетки имеет место концентрация контактных напряжений и повышенный приработочный износ на внешней периферийной зоне в первом случае, или на внутренней кольцевой контактной поверхности во втором случае.

Анализ физической модели процесса взаимного внедрения лезвия ножа и решетки осуществляем по методике, изложенной в работе [35]. В соответствии с геометрической схемой, представленной на рисунке 1, следует справедливость следующих соотношений

$$\begin{aligned} A_{н-р} &= A_n + A_p; \\ A_{н-р} &= (CB) \tan \eta, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $A_{н-р}$  – текущее значение общего приработочного износа в стыке ножа с решеткой, м;  
 $A_y = A_y(r)$  – значение приработочного износа для радиальной координаты  $r$ , м;  
 $A_p$  – приработочный износ решетки, м;  
 $A_n$  – приработочный износ лезвия ножа, м;

$CB$  – радиальная длина контакта поверхностей лезвия и решетки, м;

$\eta$  – угол взаимной координации контактных поверхностей лезвия ножа и решетки, обусловленный различной величиной их прогиба под воздействием давления нагнетания, рад.

Необходимо подчеркнуть, что по мере эксплуатации режущего узла измельчителя и роста приработочного износа  $A_{н-р}$  пары нож-решетка (катет  $CA$  треугольника  $ABC$ ), радиальная длина линии контакта  $CB$  увеличивается от нулевого значения в начальный момент, до величины радиуса измельчительной решетки  $R$ , к моменту окончания процесса приработки.

При этом конечный приработочный макроизнос  $A_{max} = A_y(0)$  в стыке нож-решетка при достижении длиной контакта  $CB$  величины радиуса решетки  $R$  (координата  $r = 0$ ) достигнет величины прогиба решетки  $W$  под воздействием давления нагнетания, и может быть определен в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1, по соотношению

$$W = A_y(0) = R \tan \eta, \quad (2)$$

где  $W, A_{max}, A_y(0)$  – максимальный износ сопряжения в стыке нож-решетка в момент окончания процесса приработки ( $r = 0$ ), м.

Контактное давление « $p$ » на поверхности трения ДВ определяется величиной реакции

$Q$  в опоре 1 (рис. 1.) и площадью контакта в зоне приработки. Текущее значение площади контакта лезвия ножа и решетки зависит от ширины  $B_n$  лезвия и длины линии контакта  $CB$ , то есть от величины износа  $A_{н-р}$ , как это следует из соотношения (1). Таким образом, можем записать

$$p = \frac{Q \tan \eta}{A_{н-р} B_n}. \quad (3)$$

При постоянной интенсивности распределенной нагрузки  $q$  реакция  $Q$  в опоре может быть определена из уравнения равновесия ножа в соответствии с рисунком 1, б)

$$m Q = q S, \quad (4)$$

где  $m$  – количество лезвий ножа;  
 $q$  – интенсивность распределенной нагрузки на поверхности ножа, Па;  
 $S$  – площадь поверхности ножа, м<sup>2</sup>.

Учитывая выражение для площади ножа  $S = m R B_n$ , уравнение (4) запишем в виде

$$Q = q R B_n. \quad (5)$$

Тогда для уравнения (3), с учетом (5), получим соотношение

$$p = \frac{q R \tan \eta}{A_{н-р}}. \quad (6)$$

В случае зависимости интенсивности распределенной нагрузки  $q$  от радиуса  $R$ , определение реакции опоры  $Q$  также не представляет сложности, и может быть вычислено по очевидному соотношению

$$Q = B_n \int_0^R q(R) dR.$$

Так как давление  $p$  на поверхности трения при макроприработке лезвия ножа и решетки является функцией величины износа  $A_{н-р}$  ( $CB$  возрастает от нуля до  $R$ ), то скорость процесса макроприработки зависит от закона изнашивания. Для линейного закона зависимости скорости износа от давления в дифференциальной форме можем записать выражение

$$d(A_{н-р}) = k p v dt, \quad (7)$$

где  $v$  – скорость относительного перемещения трущихся поверхностей, м/с;

$(pv)$  – удельная мощность трения, Вт/м<sup>2</sup>;

$k = (k_1 + k_2)$  – коэффициент износа пары нож-решетка;

$k_1$  – коэффициент износа лезвия ножа;

$k_2$  – коэффициент износа (износостойкость) решетки.

Подставив в соотношение (7) выражение (6), запишем

$$\frac{A_{н-р} d(A_{н-р})}{q R \tan \eta} = k v dt. \quad (8)$$

Решив полученное дифференциальное уравнение (8) первого порядка с разделяющимися переменными относительно времени, определим текущее значение времени процесса приработки



$$t = \frac{(A_{н-р})^2}{2kqv R \tan \eta}. \quad (9)$$

Длительность  $t_n$  периода полной приработки  $A_{н-р}^n$  определим из (8) при граничном условии  $A_{н-р}^n = R \tan \eta = W$ , в соответствии с соотношением

$$t_n = \frac{R \tan \eta}{2kqv} = \frac{W}{2kqv}. \quad (10)$$

Оценим продолжительность времени износа  $t_{уст}$  пары нож-решетка на такую же величину  $A_{н-р} = R \tan \eta = W$  после приработки, при установившемся режиме износа, когда  $p = q$ , в соответствии с [25].

Запись дифференциального уравнения (7) при таком граничном условии  $p=q=const$ , примет вид

$$d(A_{н-р}) = kqv dt, \quad (11)$$

Решение уравнения (11) относительно времени  $t_{уст}$  дает величину

$$t_{уст} = \frac{R \tan \eta}{kqv} = \frac{W}{kqv}. \quad (12)$$

Из сравнения соотношений (12) и (10) следует, что время процесса приработки в два раза меньше времени износа пары нож-решетка на аналогичную величину при установившемся полном контакте их поверхностей

$$t_{уст} = 2t_n. \quad (13)$$

Таким образом становится очевидным, что скорость износа  $\psi_{пр}$  пары трения нож-решетка в режиме приработки в два раза превышает скорость их износа  $\psi_{уст}$  в стационарных (установившихся) условиях полного контакта соприкасающихся поверхностей.

Действительно, в соответствии с уравнением (10) для стадии приработки ножа и решетки можем записать

$$\psi_{пр} = \frac{W}{t_n} = 2kqv. \quad (14)$$

В то время, как для стадии установившегося процесса износа, из уравнения (12) следует

$$\psi_{уст} = \frac{W}{t_{уст}} = kqv. \quad (15)$$

Таким образом, из системы уравнений (14) и (15) получаем определяющую критериальную зависимость скоростей износа пары нож-решетка на различных этапах процесса, на стадии приработки  $\psi_{пр}$  и в установившемся режиме  $\psi_{уст}$ :

$$\psi_{пр} = 2\psi_{уст}. \quad (16)$$

Из сказанного следует вывод о необходимости выработки такой схемы для условия закрепления кольцевой измельчительной решетки, которая позволит исключить период приработки ножа и решетки.

Обеспечить устранение этого этапа процесса износа позволяют перспективные схемы,

разработанные методами теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) [36-38], и представленные на рисунке 2, в соответствии с материалами работы [25].

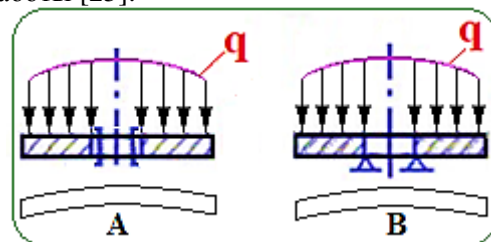


Рисунок 2 – Возможные перспективные схемы закрепления решётки в корпусе шнекового измельчителя: А-перспективная консольная схема закрепления решетки; В-перспективная двухопорная схема закрепления

Анализируя основные схемы, следует сделать вывод о том, что из рассматриваемых в работе [25] вариантов закрепления решетки необходимо сконцентрировать особое внимание на двух наиболее перспективных с практической точки зрения случаях, представленных вариантами А и В на рисунке 2. В предлагаемом конструктивном решении крепление кольцевой пластины осуществляется по внутренней границе кольцевого установочного отверстия в виде кольцевой линейной опоры или посредством кольцевой жесткой заделки. Такой выбор основан на результатах системного анализа процесса совместной деформации решетки и ножа при работе измельчителя. Действительно, в предлагаемом варианте деформация кольцевой пластины (решетки), в связи с отсутствием внешней кольцевой опоры, осуществляется выпуклостью внутрь корпуса волчка, так же, как и ножа, поэтому имеется возможность обеспечить одинаковые величины перемещений периферийных кольцевых сечений решетки и лезвий ножа, а также исключить опирание наружных сечений лезвий ножа на краевые кольцевые сечения решетки. Таким образом обеспечиваются эквидистантность упругих линий прогиба и равномерные внутренние контактные усилия взаимодействия ножа и решетки в плоскости их стыка, исключается концентрация напряжений в стыке, и, как следствие, снижается скорость износа ножа и решетки. Кроме того, естественно, уменьшаются потери энергии на трение и снижается температурная нагрузка в стыке нож-решетка [27].

Очевидная разница в характере и особенностях действия силовых факторов в стыке нож-решетка и специфики прогиба и взаимодействия их поверхностей видна при сравнении традиционной схемы (Э1) и перспективного варианта (Э2) [39], что наглядно и отчетливо иллюстрируется рисунком 3.

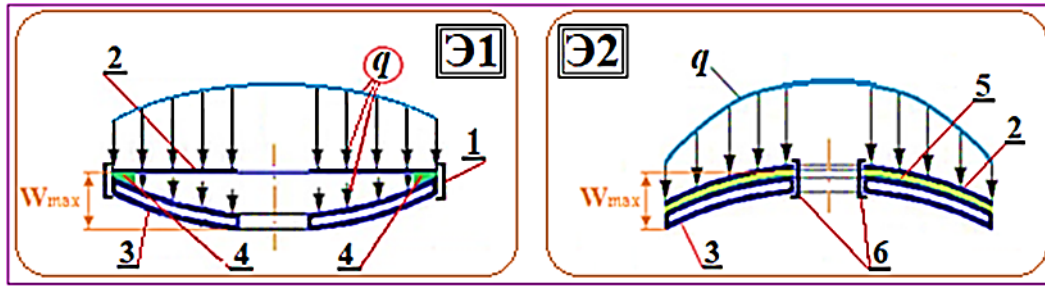


Рисунок 3 – Перспективная схема (Э2) крепления, совместного нагружения и сравнительная картина прогиба и особенностей взаимодействия элементов в стыке режущей пары нож-решетка при традиционной (Э1) и перспективной (Э2) схемах: Э1-эскиз традиционной схемы заделки решетки по внешнему кольцевому контуру; Э2- эскиз перспективной схемы заделки решетки по контуру внутреннего отверстия решетки; 1-внешняя кольцевая жесткая заделка решетки; 2-лезвие ножа; 3-выходная измельчительная решетка; 4-зоны концентрации напряжений и повышенной скорости износа лезвий ножа; 5-зона равномерных контактных напряжений;6- внутренняя кольцевая жесткая заделка решетки

При этом скорость процесса установившегося износа  $\psi_{уст}$  пары нож-решетка, в соответствии с полученными уравнениями (14) - (16), в два раза меньше скорости износа  $\psi_{пр}$  при режиме приработки и составляет значение

$$\psi_{уст} = \frac{d(A_{н-р})}{dt} = k qv. \quad (17)$$

Полученное уравнение (17) для скорости установившегося процесса износа  $\psi_{уст}$  в паре трения нож-решетка, и известные экспериментальные данные позволяют произвести оценку величины коэффициента износа  $k$ .

Действительно, по материалам работы [26] скорость износа ножей шнековых измельчителей составляет  $\psi_{уст} = 1,4 - 2,2$  мкм/час. Среднее значение скорости относительного перемещения трущихся поверхностей ножа и решетки  $V$ , при угловой скорости вращения  $\omega = 20$  с<sup>-1</sup>, и радиусе выходной измельчительной решетки  $R = 0,06$  м, составит ориентировочно величину  $V = 0,75$  м/с. Интенсивность нагрузки (давление сырья) достигает величины  $q = (0,5 \div 1,2)$  МПа. После несложных вычислений можем получить нижнюю границу значения коэффициента износа  $k_n$

$$k_n = \frac{\psi_{уст}}{qv} = 7,5 * 10^{-16} \left( \frac{M^2}{H} \right).$$

Уравнение (17) примет конкретный вид

$$\psi_{уст} = 7,5 * 10^{-16} k qv. \quad (18)$$

При заданной нормированной величине предельного износа ножа  $W_{пр}$ , расчетная длительность  $t_{уст.рес}$  его эксплуатации до предельного состояния (ресурс), в условиях перспективного варианта закрепления выходной измельчительной решетки, составит, в соответствии с соотношением (12), следующее значение

$$t_{уст.рес} = \frac{W_{пр}}{k_n qv}. \quad (19)$$

В условиях традиционной схемы заделки перфорированной измельчительной

решетки по ее внешнему периферийному кольцевому контуру центральной зажимной гайкой шнекового измельчителя, длительность  $t_{п.рес}$  его эксплуатации до предельного состояния составит, в соответствии с соотношением (10), величину

$$t_{п.рес} = \frac{W_{пр}}{2k_n qv}. \quad (20)$$

В случае задания предельного износа  $W_{пр} = 2$  мм, назначенный ресурс эксплуатации ножа в условиях перспективного варианта и принятых выше исходных данных, составит значение  $t_{уст.рес} = 1975$  часов, в соответствии с соотношением (19).

В условиях традиционной схемы, назначенный ресурс ножа, в соответствии с соотношением (20), составит величину  $t_{п.рес} = 987$  часов.

Таким образом, срок эксплуатации ножей до предельного состояния в случае перспективного варианта закрепления выходной измельчительной решетки может быть существенно увеличен конструктивными методами (до двух раз).

Для количественной оценки продолжительности процесса приработки ножа и решетки в условиях традиционной схемы, воспользуемся данными работ [25, 40] и соотношением (20).

Общее выражение для максимального прогиба  $W_{max}$  круглой кольцевой решетки в традиционных условиях нагружения (рисунок 3, Э1), в соответствии с исследованием [40], можно записать в виде приближенного соотношения

$$W_{max} = \frac{qR^4}{64D}.$$

Из работ [25, 40] следует, что для материала решетки с коэффициентом Пуассона  $\nu$ , величина цилиндрической жесткости  $D$  решетки толщиной  $\delta_p$  (рис. 1), может быть оценена значением  $D = 656,41$  Н\*м. В соответствии с этим

значением максимальная стрелка прогиба в центре решетки достигнет величины  $W_{\max} = 211$  мкм.

При этом время приработки ножа и решетки, в соответствии с уравнением (20), составит значение

$$t_{\text{пр}} = \frac{W_{\max}}{2k_n qV}. \quad (21)$$

После подстановки в соотношение (21) полученных исходных данных  $W_{\max} = 211$  мкм,  $k_n = 7,5 \cdot 10^{-16} \text{ М}^2/\text{Н}$ ,  $q = 0,5$  МПа,  $V = 0,75$  м/с, получим величину времени приработки  $t_{\text{пр}} = 376888 \text{ с} = 104,7$  час.

Выполненные расчеты показывают, что в условиях традиционной схемы нагружения (рисунок 3, Э1), при ресурсе ножа, составляющем величину  $t_{\text{пр,рес}} = 987$  часов, продолжительность периода приработки превышает  $t_{\text{пр}} = 104$  часа, что представляет собой значительную величину, превышающую 10,5 % от времени эксплуатации.

Таким образом, конструктивное совершенствование и переход к перспективной схеме закрепления выходной измельчительной решетки, выполненной в соответствии с рисунком 3, Э2), позволяет снизить в два раза скорость износа, то есть увеличить вдвое ресурс режущей головки, а также исключить десятипроцентный период приработки ножа и решетки, когда не обеспечивается равномерность распределения контактных напряжений в стыке нож-решетка, а поэтому снижается качество процесса измельчения.

### Выводы

1. Осуществлена количественная оценка скорости изнашивания лезвий ножа шнекового измельчителя при традиционной схеме крепления.

2. Математически доказано, что скорость износа может быть уменьшена в два раза за счет выравнивания поля давлений в стыке нож-решетка.

3. Аналитически определена длительность периода приработки пары трения нож-решетка, составляющая более 10% от ресурса режущей головки.

4. Предложен конструктивный способ повышения ресурса режущей головки в два раза путем перехода к прогрессивной схеме, обеспечивающей эквидистантность упругих линий прогиба ножа и решетки, и, тем самым, равномерность распределения контактных напряжений в стыке нож-решетка.

5. Реализация предложенного способа позволяет исключить фазу интенсивного приработочного износа лезвий ножа, вызывающую снижение качества измельчения.

### Литература

1. Пеленко В.В., Усманов И.И. Элементы теории расчета волчков: монография / И.И. Усманов, В.В. Пеленко. – СПб. «Ношир» 2018.-88 с.
2. Горяев, В.В. Совершенствование конструкций и методики расчета режущего механизма волчков: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.14 / Горяев Виктор Васильевич. - М., 1989.-19с.
3. Сидоряк А.Н., Бесидский А.В., Юрков С.Г., Якушев О.И. Разработка математической модели волчка / А.Н. Сидоряк, А.В. Бесидский, С.Г. Юрков, О.И. Якушев // Мясная индустрия, 2003 г. №1 – с. 37-40.
4. Пеленко В.В. и др. Разработка математической модели процесса измельчения мясного сырья в волчках / В.В. Пеленко, В.А. Арег, А.Х. Кайка, Ф.Б. Тарабановский, Р.Г. Ольшевский, С.В. Бобров, Н.А. Зуев // Научный журнал НИУ ИТМО, 2013. - №3. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
5. Schuldt S., Boisly M., Kaestner M.G., Schneider Y., Rohm H. Experimental characterisation and numerical modelling of cutting processes in viscoelastic solids. Journal of Food Engineering. 2016, no. 191, pp. 1–9.
6. Некоз О. І. Гідравлічний опір різального вузла вовчків / О. І. Некоз, В. І. Осипенко, Н. В. Філімонова, О. В. Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету, №3, 2015, с. 13-18.
7. Шевченко В.В. Зменшення гідравлічного опору решіток вовчка / В.В. Шевченко, О.І. Некоз, С.Б. Вербицький, О.В. Батраченко // Вісник ЧДТУ. – 2009. – № 4. - С.59 - 64..
8. The influence of structural and kinematic parameters of working bodies of the meat grinders on its productivity / A. Batrachenko, F. Nadiya // Food and Raw Materials – 2017. - 5 (1). – P.118 - 131.
9. W. Haack, «Bearbeitungsvorgänge im Kutter - Konstruktive Voraussetzungen für qualitative hochwertige Fleischwaren» / W. Haack, W. Schnäkel, J. Wilke // Fleischwirtschaft. –1999. – № 4. – P.36–40.
10. Schuldt S., Schneider Y., Rohm H. High-speed cutting of foods: Cutting behavior and initial cutting forces. Journal of Food Engineering. 2018, no. 230, pp.
11. Schnackel W., Krickmeier J., Pongjanyanukul W., Dmitrinka Schnackel, Micklisch I., „Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses. Teil 1“, Fleischwirtschaft, № 1, 2012, pp. 88–92.
12. Schnackel W., Krickmeier J., Pongjanyanukul W., Dmitrinka Schnackel, Micklisch I., Oliver Haack, «Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses“, Fleischwirtschaft», №3, 2012 pp. 148-153.
13. Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses / W. Schnäkel, J. Krickmeier, D. Schnäkel, O. Haack // Fleischwirtschaft. – 2012. – 7. – P.91–96.
14. Пеленко В.В., Лепеш Г.В., Хлыновский А.М., Усманов И.И. Оценка влияния конусности корпуса экструдера на закон распределения давления по его длине // Научно-технический журнал Технико-технологические проблемы сервиса - 2020. - № 2(52). - С. 48-54.
15. Пеленко В.В., Хлыновский А.М., Усманов И.И., Ся Ч. Влияние элементов противовращения на закон

- изменения внутришнекового давления экструдеров // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств -2020. - № 3. - С. 46-53.
16. Пеленко В.В., Верховланцев А.А., Верболоз А. П., Демченко В.А., Усманов И.И., Ся Ч. Влияние щелевого зазора на процесс формирования давления по длине шнековой поверхности экструдеров // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств -2021. - № 1. - С. 15-24.
17. Гаврилов, Т.А. Исследование процесса измельчения мягких субпродуктов и разработка конструкции измельчителя для звероводства: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. / Гаврилов Тиммо Александрович. - Петрозаводск, 2014. -19с.
18. Комиссаров, С.С. Исследование процесса измельчения мясного сырья в волчках и разработка ножевых головок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. / Комиссаров Сергей Сергеевич. - Воронеж, 2003. -18с.
19. Божьев, С.В. Разработка эффективного режущего механизма для измельчения мясного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 / Божьев Сергей Владимирович. - М., 2006.-16с.
20. Бренч, А.А. Повышение эффективности процесса куттерования мясного сырья на основе разработки новых конструкций ножей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. / Бренч Андрей Александрович. - М., 2004. -18с.
21. Кузьмин, В.В. Совершенствование процесса резания мясного сырья на основе математического моделирования формы режущих инструментов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. / Кузьмин Вячеслав Владимирович. – СПб.: 2008. -18с.
22. Назаров И.В., Толстоухова Т.Н. Конструктивное решение ножа для волчков // Современная техника и технологии. 2015. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2015/12/8807> (дата обращения: 24.09.2018).
23. Антипов С.Т., Шахов С.В., Комиссаров С.С. Решетка к устройству для измельчения мясокостного сырья. / С.Т.Антипов, С.В.Шахов, С.С.Комиссаров // Пищевая промышленность. 2002.-№1. – С. 49.
24. Бессарабов, А.А. Разработка методик расчетов перфорированных элементов энергетического оборудования с применением современных методов математического моделирования напряженно-деформированного состояния: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. / Бессарабов Алексей Александрович. - М., 2006. - 20с.
25. Verboloz E.I., Pelenko V.V., Baranenko A.V. The theoretical analysis and optimization of the cutting knife-grille pair parameters in the screws // Agronomy Research - 2015, Vol. 13, No. 3, pp. 709-722.
26. Полещук, О.Б. Оптимизация работы мясоизмельчительных шнековых машин на основе изучения закономерностей переноса влаги в мясном фарше: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12; 05.02.14 / О.Б. Полещук. - Л., 1988.-18с.
27. Андрианов, А.С. Повышение надежности измельчителей мяса (волчков) на основе анализа технологических и эксплуатационных воздействий: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.14 / Андрианов Александр Сергеевич - М., 1982.-24с.
28. Барейн, А.Г. Повышение износостойкости и долговечности ножей куттеров при самозатачивании: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.04. / Барейн Ананий Генрикович. - Ставрополь, 2000. - 21с.
29. Полуян, В.А. Повышение долговечности ножей мясоизмельчительных машин: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. / Полуян Валерий Александрович. - зерноград, 2006. -17с.
30. Бугаев, А.В. Разработка технологии упрочнения режущих рабочих органов промышленных мясорубок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Бугаев Александр Вячеславович. - М., 2005.- 17с.
31. Фомин, Р.Б. Технология восстановления крестовых ножей промышленных мясорубок давлением: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Фомин Роман Борисович. - Саратов, 2001. -19с.
32. Воротников, И.Л. Ресурсосберегающие технологии восстановления и упрочнения режущего инструмента типа нож-решетка перерабатывающего оборудования АПК: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. / Воротников Игорь Леонидович. - Саратов, 2001. - 16с.
33. Горлач, Р.В. Оптимизация состава и технологии производства сталей мясоизмельчительных комплексов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.01. / Горлач Роман Валерьевич. - Санкт-Петербург, 2003. - 18с.
34. Вельмесова, Е.В. Повышение эффективности процесса резания путем применения инструмента с наноструктурным покрытием: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07. / Вельмесова Елена Васильевна. - Н. Новгород, 2012. - 24с.
35. Проников А.С. Надежность машин. - М.: Машиностроение, 1978, - 592 с.
36. Альтшуллер Г.С. Основные приемы устранения технических противоречий при решении изобретательских задач. – Баку: Гянджлик. 1971.
37. Альтшуллер Г.С. Разбор изобретательских задач. – В кн.: Материалы к семинару по методике изобретательства. Ин-т тепло - и массообмена АН БССР. Минск, 1971, с. 51-133.
38. Гин А.А. Теория решения изобретательских задач. Учебное пособие I уровня: учебно-методическое пособие / А.А. Гин, А.В. Кудрявцев, В.Ю. Бубенцов, А. Серединский. – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017 – 64 с.
39. Пеленко В.В., Нечитайлов В.В., Верболоз А. П., Демченко В.А., Куценко Д.А., Баринов Г.В. Зависимость оптимальной толщины ножа от геометрических и упругих характеристик конструктивных элементов измельчителя // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2021. № 2(48). – с. 32-39
40. Вайнберг Д.В., Вайнберг Е.Д. Расчет пластин. – Киев: Будивельник, 1970 – 436 с.



УДК 332.12

## ЗАРУБЕЖНЫЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ГОСУДАРСТВЕННО- ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

А.Г. Бездудная<sup>1</sup>, О.В. Кадырова<sup>2</sup>, М.Г. Трейман<sup>3</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А.*

В исследовании представлены особенности развития систем государственно- частного партнерства в сфере обращения с отходами, в частности, рассмотрен опыт зарубежных стран в части нормативно-правового регулирования, механизмов стимулирования населения и промышленных организаций к процессам сортировки, а также создание финансовых механизмов субсидирования организаций в части поощрения внедрения методов переработки и сортировки отходов. В исследовании подробно рассмотрен опыт США, Германии, Финляндии. Все эти страны внедряют механизмы государственно-частного партнерства в сферу обращения с отходами, что позволяет им более планомерно развивать свою деятельность. Привлечение частных инвестиций и государственная политика в данном направлении позволяет органам государственной власти лучше планировать свою деятельность и развивать инфраструктуру обращения с отходами на федеральном и региональном уровне. Также рассмотрен российский опыт создания схемы государственно-частного партнерства на примере муниципального образования Котлас.

*Ключевые слова:* государственно-частное партнерство, переработка и сортировка отходов, механизмы государственного регулирования, обращение с отходами

## FOREIGN AND RUSSIAN EXPERIENCE OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION

A.G. Bezdudnaya, O.V. Kadyrova, M.G. Treyman

*Saint Petersburg State University of Economics,  
Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboedov Canal, d. 30-32, letter A.*

The study presents the features of the development of public private partnership systems in the field of waste management, in particular, the experience of foreign countries in terms of regulatory regulation, mechanisms for stimulating the population and industrial organizations to sorting processes, as well as the creation of financial mechanisms for subsidizing organizations in terms of encouraging the introduction of waste processing and sorting methods. The study examines in detail the experience of the USA, Germany, and Finland. All these countries are implementing public-private partnership mechanisms in the field of waste management, which allows them to develop their activities more systematically. Attracting private investment and public policy in this direction allows public authorities to better plan their activities and develop waste management infrastructure at the federal and regional levels. The Russian experience of creating a public private partnership scheme on the example of the Kotlas municipality is also considered.

*Keywords:* public private partnership, waste recycling and sorting, mechanisms of state regulation, waste management

Методы государственно-частного партнерства нашли широкое распространение за рубежом, так как позволяют использовать не только государственные вложения, но и частные

инвестиции в различные сферы жизни общества. В настоящее время государственно-частное партнерство в зарубежных странах затрагивает такие направления как: транспортную сферу,

<sup>1</sup>Бездудная Анна Герольдовна – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Менеджмента и инноваций», тел.: (812) 500-43-14, e-mail: annaspbru@yandex.ru;

<sup>2</sup>Кадырова Ольга Васильевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Менеджмента и инноваций», тел.: +7 (921) 448-75-53, e-mail: kadyrova.o@unecop.ru , 9214487553@mail.ru ;

<sup>3</sup>Трейман Марина Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Менеджмента и инноваций», e-mail: britva-69@yandex.ru.

деятельность в направлении связи и телекоммуникации, деятельность в экологическом направлении, в частности касается и сферы обращения с отходами производства и потребления. Лидерами в области внедрения схем государственно-частного партнерства являются такие страны как Великобритания, Франция, Германия, Испания.

Великобритания одной из первых стран стала осваивать сферу государственно-частного партнерства по направлению переработки отходов: в 90-х годах была создана интегрированная система управления отходами на острове Уайт [15].

Основные направления государственно-частного партнерства за рубежом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Наиболее распространенные направления государственно-частного партнерства в зарубежных странах [10]

Наименование	Описание
Транспортная среда	Применяется в сфере строительства железнодорожных развязок и автодорог, а также в направлении управления движением и включает городской транспорт.
Жилищно-коммунальное хозяйство	Ремонт и обновление сетей водоснабжения и водоотведения, обслуживание потребителей коммунальных услуг, вывоз отходов и их утилизация.
Экологическая сфера	Организация экологического туризма и развитие парковых зон.
Недвижимость	Строительство общественных зданий и муниципального жилья.
Обеспечение общественного порядка и безопасности	Организация охраны в транспортной сфере и общественных местах.
Телекоммуникации	Предоставление услуг и создание телекоммуникационной инфраструктуры.
Финансы	Пенсионное обеспечение и обязательное социальное страхование как две основные сферы частного инвестирования.
Образовательная и медицинская деятельность	Строительство и обновление фондов школ и больниц, а также застройка и развитие прилегающих территорий.

Таким образом, государственно-частное партнерство захватывает различные сферы деятельности и позволяет развивать социальные, экологические и экономические направления.

### Великобритания как страна, имеющая продвинутый опыт государственно-частного партнерства

Великобритания начала реформирование с развития и вложения частных денежных средств в развитие социальной инфраструктуры и объекты государственной собственности в рамках программы «Частная финансовая инициатива» (1992 год), после чего появился новый вид деятельности «государственные контракты и концессии» [4]. В 1997 году была создана специализированная компания, которая продолжила в рамках своей деятельности развивать государственно-частное партнерство в стране. В 2001 году Министерство финансов Великобритании продало контрольный пакет акций этой компании частным инвесторам, но при этом регулировать деятельность продолжало министерство финансов.

Независимое агентство инициатив проводило не один раз проверку деятельности данной компании и пришло к выводам, что в целом институт государственно-частного партнерства функционирует эффективно в стране.

Далее компания распалась, а в подчинении кабинета министров был создан департамент крупных инфраструктурных проектов со штатом более 40 человек. В составе департамента министерства финансов был создан отдел по реализации задач государственно-частного партнерства. Обе эти структуры направлены на развитие политики государственно-частного партнерства, создание ее законодательной базы внутри страны, что в первую очередь направлено на рост эффективности инвестиционного процесса в целом. Таким образом, Великобритания является одним из лидеров в сфере развития и продвижения частных инвестиций в современных условиях.

### Особенности обращения с отходами производства и потребления в США

Обращение с отходами в США контролируется согласно «Закону о сохранении и восстановлении ресурсов»: каждый штат имеет свой экологический департамент, который разрабатывает планы мероприятий по обращению с промышленными и твердыми коммунальными отходами. В США отсутствуют единые меры по утилизации отходов и каждый штат на региональном уровне принимает решение об организации данной деятельности [6]. Наиболее распространенными методами являются вывоз отходов на полигоны, компостирование, сжигание и только в крайних случаях переработка отходов. Морфологическая оценка состава отходов показала, что 54% отходов относятся к пищевым

отходам, бумаге и пластику, с помощью сжигания утилизируется резина, кожа, текстиль и частично пластик, компостируются в основном садовые отходы, повторной переработке подвергается бумага. В области обращения с отходами задействованы и государственные и частные компании [11]. Например, в Нью Йорке введена обязательная сортировка отходов в каждой квартире, на лестничных клетках установлены баки для сортировки, если жители отказываются сортировать отходы, то к ним автоматически применяются штрафные санкции, которые впоследствии покрывают затраты на переработку отходов. Штат Калифорния также максимально направлен на переработку отходов – в настоящий момент переработке подвержены 44% отходов, тогда как сам штат ставит себе целью достичь 75% переработки отходов, в настоящее время отходы экспортируются в другие страны [9].

К механизмам стимулирования к утилизации являются различные механизмы платы. В США такие механизмы сводятся к следующим [1]:

1. Плата физических и юридических лиц за утилизацию отходов.
2. Плата владельцам полигона за переработку отходов.
3. Экологические налоги и сборы.
4. Ежегодный сбор, уплачиваемый производителем электроники.
5. Организационные сборы, позволяющие регулировать деятельность по функционированию местного регуляторного органа по переработке твердых коммунальных отходов.

Финансирование данной инфраструктуры осуществляется с помощью систем государственно-частного партнерства, государственного субсидирования, регионального бюджета и грантов штатов, облигаций и других частных владений.

#### **Обращение с отходами в Германии**

Регламентирует обращение с отходами «Закон о безотходной экономике», но нормативно-правовая база страны в этом направлении существенно схожа с США. Федеральные земли разрабатывают собственные методы и планы по управлению отходами, а обязанность по сбору и утилизации отходов закрепляется за муниципалитетами. Рынок утилизации отходов поровну делят между собой частные и государственные компании. Около 60-80% отходов уходят на процессы сжигания, а остальное размещается на полигонах. При сжигании получается полезная энергия, которая впоследствии направляется на утилизацию. 15% сырья для промышленных нужд является вторичным, например, стоимость

емкости включена в цену напитка и сдав тару в специализированный автомат (фандомат) потребитель может вернуть эти денежные средства. Сортировка отходов осуществляется на следующие типы: пищевые отходы, пластик, пакеты и упаковки бумаги и картона. Стоимость обращения с отходами лежит на конкретных домохозяйствах, поэтому его величина существенно варьируется. Для крупных городов в среднем она составляет 150 – 300 евро в год с квартиры. Штрафы за неверную сортировку отходов варьируются в диапазон от 30 – 75 евро. [14]

#### **Опыт обращения с отходами производства и потребления Финляндии**

В стране был утверждён третий план по переходу к безотходной экономике, целью которого является к 2023 году сократить объем строительных отходов на 70%, пищевых и других биоотходов на 60%, а общий объем переработки твердых коммунальных отходов должен составить 55%. В Финляндии за управление отходами отвечают муниципалитеты. Владельцы домохозяйств оплачивают сбор, транспортировку и переработку отходов. Размер платы зависит от многих факторов: количества и качества перерабатываемых отходов, мест сбора и периодичности сбора отходов, расстояния транспортировки отходов и пр. [8]

Плата за сортированные отходы намного ниже, чем за несортированные, эти механизмы существенно стимулируют население к сортировке отходов. В настоящее время разработано значительное количество способов сортировки отходов, к которым относятся [12]:

1. Осуществление сбора отходов у отдельных домов.
2. Установка специализированных контейнеров для сбора отходов.
3. Сбор отходов в специализированных пунктах.
4. В автоматизированных пунктах приема отходов, где их прием осуществляется за деньги.

Плата за отходы в стране была введена еще в 1979 году. В инфраструктуру переработки отходов на сегодняшний день включены: 61 биотопливный, 199 компостных, 9 мусоросжигающих завода, 25 установок для совместного сжигания отходов, 1 завод по сжиганию опасных отходов и 73 силовые электростанции, использующие отходы вместо топливных ресурсов.

В 1996 году был введен специализированный налог, который взимается с полигонов, если на них осуществляется размещение отходов, которые возможно переработать, эта методика является дополнительным стимулированием участников процесса переработки. Сумма

налога составляет 70 евро/тонну в год. С 2016 года введен запрет на утилизацию биоразлагаемых отходов на полигонах, данные меры позволили развивать государственное- частное партнерство в сфере мусоросжигания [5].

Также была введена расширенная ответственность со стороны производителей транспортных средств и шин, а также электронных батареек и приборов, что данные категории будут осуществлять отдельный сбор отходов, а также осуществлять их переработку, то есть данные категории берут на себя обязательства в участии в сортировке и переработке отходов на всех этапах цикла.

Обобщая рассмотренный зарубежный опыт, можно отметить, что механизмы государственно-частного партнерства в сфере обращения с отходами распространены за рубежом, но они комбинируются с другими способами переработки и во многом зависят от схемы управления отходами в каждом конкретном регионе / муниципалитете. Государство достаточно часто стимулирует различные категории участников процесса обращения с отходами изменять свое отношение к обращению с отходами за счет применения штрафных санкций и повышения платы за размещение отходов.

### **Российский опыт государственно-частного партнерства в сфере обращения с отходами производства и потребления**

Например, при рассмотрении возможностей создания предприятия по утилизации отходов на территории Муниципального округа Котлас (агломерация в 250 тыс. человек), рассматривалось соответствие муниципальным программам развития [3].

Схема государственного - частного партнерства по переработке отходов применяется на территории муниципального образования «Котлас» и соответствует следующим программам развития:

1. Муниципальной программы «Благоустройство и охрана окружающей среды МО «Котлас» на 2014-2023 годы», а именно:

Цель: повышение степени благоустройства территории МО «Котлас».

Задача: повышение экологической культуры населения МО «Котлас».

2. Муниципальной программы МО «Котлас» «Поддержка жилищного фонда МО «Котлас» на 2014 – 2023 годы», а именно:

Цель: создание безопасных и комфортных условий для проживания граждан в жилищном фонде на территории МО «Котлас».

3. Муниципальной программе МО «Котлас» «Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения на территории муниципального

образования «Котлас» на 2014-2023 годы», а именно:

Цель: повышение уровня безопасности жизнедеятельности населения на территории МО «Котлас».

Показатели проекта соответствуют значениям целевых показателей муниципальных программ:

1. Муниципальной программы «Благоустройство и охрана окружающей среды МО «Котлас» на 2014-2023 годы», а именно:

- количество мероприятий, проведенных в Дни защиты от экологической опасности.

2. Муниципальной программы МО «Котлас» «Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения на территории муниципального образования «Котлас» на 2014 – 2023 годы», а именно:

- недопущение роста количества чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Отслеживание эколого-экономического развития региона должно проводиться поэтапно, с обеспечением данных по результативности проектов. Необходимо обеспечить:

- проведение анализа и оценку состояния окружающей среды по исследуемому региону;

- определение вариантов сценарного прогноза изменений экологической обстановки в регионе;

- определение соответствия результатов хозяйственной деятельности региональных предприятий требованиям экологической безопасности.

Социально-экономический эффект от реализации проектов в области обращения с отходами является временной функцией, характеризующей проведенные мероприятия и достигнутые по ним результаты с определенным временным интервалом.

Помимо этого, социально-экономический эффект может выражаться и в количественных показателях:

- сокращение объемов образовавшихся отходов предприятиями региона;

- рост доли вторичных материальных ресурсов, задействованных в ресурсном обеспечении деятельности хозяйствующих субъектов;

- рост доли отсортированных ТКО, поступающих от образователей отходов;

- сокращение объемов действующих свалок (в том числе несанкционированных).

Для оценки выгодности и социально-экономической значимости проекта необходимо использовать единый интегральный показатель, объединяющий эти факторы.

Единый интегральный показатель достигнутого социально-экономического эффекта



за период будет выглядеть следующим образом [2]:

$$\overline{Ese}_t^{pl} = \frac{Em_t^f}{Em_t^{pl}} \cdot \frac{Eq_t^f}{Eq_t^{pl}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $\overline{Ese}_t^{pl}$  – интегральный показатель, отражающий достижение социально-экономического эффекта на конец  $t$ -го года;

$Em_t^{pl}$  – интегральный плановый показатель социально-экономического эффекта от проведения мероприятий в  $t$ -ом году;

$Em_t^f$  – фактически достигнутый интегральный показатель социально-экономического эффекта от проведения мероприятий в  $t$ -ом году;

$Eq_t^{pl}$  – интегральный плановый показатель социально-экономического эффекта по количественным критериям в  $t$ -ом году;

$Eq_t^f$  – фактически достигнутый интегральный показатель социально-экономического эффекта по количественным критериям в  $t$ -ом году;

При этом  $Eq_t$  рассчитывается по формуле [7]:

$$Eq_t = \Delta SMR + \Delta S_w - \Delta Q_w - \Delta Q_d, \quad (2)$$

где  $\Delta SMR$  – изменение объемов вторичных материальных ресурсов, используемых предприятиями в регионе;

$\Delta S_w$  – изменение объемов отсортированных отходов, поступающих на заводы по переработке ТКО;

$\Delta Q_w$  – изменение объемов образовавшихся отходов в регионе за период;

$\Delta Q_d$  – сокращение объемов действующих мест размещения отходов (действующих полигонов и несанкционированных свалок).

Динамика показателей позволит отслеживать изменения, достигнутые в вопросе социально-экономического развития за определенный период. Ежегодно возможно проводить сравнение фактически достигнутых результатов с первоначально полученными показателями, для этого использовать рассчитанный коэффициент роста [13]:

$$K_d = \frac{Ese^f}{Ese^b}, \quad (3)$$

где  $K_d$  – коэффициент роста социально-экономического эффекта от реализации инвестиционных проектов в области обращения с отходами;

$Ese^f$  – фактическое значение интегрального показателя социально-экономического эффекта к  $t$ -ому году;

$Ese^b$  – значение интегрального показателя социально-экономического эффекта на начальный момент времени реализации проекта.

Применение данных технологий позволят на практике стимулировать регионы к внедрению механизмов государственно-частного партнерства, а также оценивать их эффекты в разрезе концепции устойчивого развития.

Сформированная система оценки достигнутого социально-экономического эффекта от реализации инвестиционных проектов в области обращения с отходами позволяет учитывать и качественные, и количественные показатели, а также отслеживать их изменения в динамике.

Таким образом, можно сделать следующие выводы по исследованию:

- обращение с отходами производства и потребления странах совершенно разное, но при этом зарубежные страны достаточно часто используют частные инвестиции. Государство часто стимулирует различными методами всех участников процесса обращения с отходами, что в итоге повышает процент переработки отходов;

- частные инвестиции являются перспективным направлением для развития инфраструктуры управления отходами на региональном уровне;

- российский опыт внедрения схемы государственно-частного партнерства в муниципальном образовании Котлас показал перспективность и эффективность данной схемы обращения с отходами для российских регионов.

## Литература

1. Вайсман Я. И., Коротаев В. Н., Слюсарь Н. Н., Григорьев В. Н. Управление отходами. Сбор, транспортирование, прессование, сортировка твердых бытовых отходов: монография / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Перм. нац. исслед. политехн. ун-т». - Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2012. - 235 с.
2. Воронцова Е. В., Губайдуллин Р. Х., Кушнаренко Т. В., Прокопьев Б. Б. Основы ценообразования в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами: учебно-методическое пособие / [Российский государственный социальный университет, Ассоциация операторов в сфере обращения с отходами Чистая страна]. - Москва: 2020. - 181 с.
3. Грибков И. В., Крутов С. М., Клиндухов В. П. Экологические проблемы утилизации промышленных и бытовых отходов: учебное пособие / Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического университета, 2014. - 188 с.
4. Ларионов Г. В. Экономические проблемы утилизации твердых промышленных и бытовых отходов больших городов / Москва: 2011. - 239 с.
5. Найман С. М. Обращение с отходами и статистика : монография / Казань: Ихлас, 2016. - 141 с.
6. Николаева Л. А., Исхакова Р. Я. Экологические аспекты утилизации твердых промышленных отходов: монография / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Казан. гос. энергет. ун-т». - Казань: КГЭУ, 2015. - 118 с.

7. Никуличев Ю. В. Управление отходами. Опыт Европейского союза: аналитический обзор / Институт научной информации по общественным наукам. - Москва: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2017. - 54 с.
8. Панишев Н.В., Бигеев В. А., Потапова М. В. Утилизация отходов металлургического производства черных металлов: монография / Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. - Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2018. - 69 с.
9. Потапников Ю. М. Утилизация отходов производства и потребления: монография / Твер. гос. техн. ун-т. - Изд. 1-е. - Тверь: Редакционно-издательский центр Тверского государственного технического университета, 2012. - 151 с.
10. Приймак О. А. Совершенствование государственной политики управления отходами: монография / Москва: Спутник+, 2010. - 155 с.
11. Рябов Р.Г., Качурин Н.М., Рябов Г.Г. Экологотехнологические системы обращения с промышленными отходами производства [Электронный ресурс]: монография / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Тул. гос. пед. ун-т им. Л.Н. Толстого». - Тула: ТГПУ, 2013.
12. Советов П. М., Лихачева О. И. Организация управления сферой обращения с твердыми коммунальными отходами в регионе: монография / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина», Экономический факультет, Кафедра экономики и менеджмента. - Вологда; Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. - 158 с.
13. Тугов А. Н. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов на ТЭС: монография / Открытое акционерное общество «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»). - Москва: ВТИ, 2017. - 177 с.
14. Уланова О. В. Управление твердыми бытовыми отходами: европейский опыт: учебное пособие / Иркут. гос. техн. ун-т. - Иркутск: Изд-во Иркутского государственного технического университета, 2014. - 54 с.
15. Шевчук А.В., Анисимов С.П., Бакунев Я.В. Управление отходами в современной России: под ред. А.В. Шевчука. - Москва: Белый Ветер, 2021. - 557 с.

УДК 332.142.2

## УПРАВЛЕНИЕ ТОВАРНЫМИ ЗАПАСАМИ ДЛЯ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ ГРУПП ТОВАРОВ

В.И. Абрамова<sup>1</sup>, М.С. Тихомирова<sup>2</sup>, А.А. Юрова<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>*Балтийский Федеральный университет имени Иммануила Канта, Россия, 236041. г. Калининград, ул. А. Невского, 14;*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4.*

В работе произведена модификация классической модели управления товарными запасами для случая многоассортиментных групп товаров. После разделения товаров на группы X,Y,Z определены параметры и размер страхового запаса для товаров, входящих в группу Z.

*Ключевые слова:* группы товаров, поставки, модель, эффективность, затраты, элемент матрицы, хранение, транспортировка.

## STOCK MANAGEMENT FOR MULTI-ASSORTMENT PRODUCT GROUPS

V.I. Abramova, M.S. Tikhomirova, A.A. Yurova  
*The Immanuel Kant Baltic federal university (IKBFU),  
Russia, 236041, Kaliningrad, A. Nevsky str., 14;  
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering",  
Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4.*

The paper modifies the classical model of stock management for multi-assortment product groups. After dividing the goods into groups X, Y, Z, the parameters and size of the safety stock for the goods included in group Z are determined.

*Keywords:* product groups, supplies, model, efficiency, costs, matrix element, storage, transportation.

В логистике имеется разделение групп товаров по эффективности результатов реализации и по степени увеличения сырья (ABC и XYZ- алгоритмы [1]). Результаты применения методов ABC и XYZ позволяют ранжировать

товары, поступающие на склад торгового предприятия по степени финансовой эффективности при их реализации или при увеличении спроса

<sup>1</sup>*Абрамова Влада Игоревна – кандидат технических наук, доцент, e-mail: abramova\_vi@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Тихомирова Мария Сергеевна – кандидат. юридических наук, доцент, e-mail: MariaKalini@yandex.ru;*

<sup>3</sup>*Юрова Алла Александровна – кандидат физико-математических наук, доцент, e-mail: AIUrova@kantiana.ru..*

на тот или иной товар. В то же время классическая модель управления товарными запасами (модель Уилсона [2]) разработана для планирования оптимального размера поставок для однономенклатурных запасов с идеальным и постоянным интервалом по времени их пополнения.

В данной работе производится модификация модели Уилсона с учетом разделения товарных запасов и использованием алгоритмов ABC и XYZ этого разделения. Основу модификации составляет предположение о том, что отношение затрат на завоз 1-ой партии товаров к затратам на хранение этой партии по всем товарным группам одинаково, хотя финансовая эффективность (выручка) от продаж этих групп товаров различна.

На основании этого предположения можно модель оптимального числа поставок за интервал  $T$  записать в виде:

$$N_{i=1}^{\text{опт}} \sqrt{\frac{C_{x_1} Q_i T}{2C_{B_1}}}, \quad i = 1 - k, \quad (1)$$

где  $C_{x_1}$  – затраты на хранение одной партии поставок;

$C_{B_1}$  – затраты на транспортировку одной партии;

$Q_i$  – объем поставок для  $i$ -ой партии.

Обозначим величину:

$$\sqrt{\frac{2C_{B_1}}{C_{x_1} T}} = H = \text{const.}$$

Тогда получим модель расчета оптимальных параметров товароснабжения для каждой товарной группы:

1. Размер оптимальной поставки  $i$ -ой группы товаров:

$$S_{\text{опт}i} = H\sqrt{Q_i}; \quad (2)$$

2. Средний запас текущего хранения для этой группы:

$$m_{z_i}^{\text{опт}} = \frac{S_{\text{опт}i}}{2}; \quad (3)$$

3. Оптимальное число поставок:

$$N_{i=1}^{\text{опт}} \frac{\sqrt{Q_i}}{H}; \quad (4)$$

Интервал между поставками:

$$t_i^{\text{опт}} = \frac{T}{N_{i=1}^{\text{опт}}}. \quad (5)$$

Так как величина  $H$  одинакова по всем товарным группам, то ее можно также найти по формуле:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^k \sqrt{Q_i}}{\sum_{i=1}^k N_i}. \quad (6)$$

Покажем, что оптимальный размер поставки  $S_{\text{опт}i}$ , определенный по формуле (2) обеспечивает минимальную сумму издержек на транспортировку и хранение  $i$ -ой партии для каждой группы товаров. Общие издержки на хранение  $C_x$  и транспортировку  $C_B$  выражается формулой (по каждой группе):

$$C_i(s_i) = C_{B_1} \frac{Q_i}{s_i} + C_{x_1} \frac{s_i T}{2}. \quad (7)$$

Найдем производную этой функции по  $S_i$  и приравняем ее к нулю, то есть:

$$\frac{C_{x_1} T}{2} - \frac{C_{B_1} Q_i}{s_i^2} = 0. \quad (8)$$

Тогда:

$$S_i^{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2C_{B_1} Q_i}{C_{x_1} T}} = H\sqrt{Q_i}. \quad (9)$$

То есть, получили формулу (2).

Вторая производная от функции  $C_i(S_i)$  имеет вид:

$$C_i''(S_i) = \frac{2C_{B_1} Q_i}{S_i^3} > 0,$$

то есть функция (7) имеет минимум при  $S_{\text{опт}i} = S_i$ .

Из формул (7) и (9) получим минимальную сумму затрат для  $i$ -той партии в виде:

$$C_i^{\text{min}} = \sqrt{2Q_i C_{B_1} C_{x_1} T}. \quad (10)$$

Если срок хранения каждой группы товаров одинаковый, то общая минимальная сумма издержек при поставке и хранении всех групп товаров:

$$C_{\text{min}} = \sum_{i=1}^k C_i^{\text{min}}. \quad (11)$$

Если сроки хранения каждой группы товаров различны, то  $T = T_i$ , то есть:

$$C_i^{\text{min}} = \sqrt{2Q_i C_{B_1} C_{x_1} T_i}. \quad (12)$$

Расчеты по алгоритмам ABC и XYZ производим по стандартным методикам. Подробное изложение этих методик имеется в работах [1], [3]. По этим методикам находим матрицу принадлежностей товаров к той или иной группе (элементу матрицы):

$$\begin{pmatrix} AX & AY & AZ \\ BX & BY & BZ \\ CX & CY & CZ \end{pmatrix}. \quad (13)$$

Каждую группу товаров из этой матрицы рассматриваем как общую разновидность

ассортимента с объемом  $Q_i$ . При составлении каждой группы необходимо учитывать следующие соображения:

1. Для товаров, входящих в группы АХ, АУ, АЗ следует выработать индивидуальные технологии управления запасами. В частности, для товаров, входящих в группу АХ, следует рассчитывать оптимальный размер поставки по формулам (1 – 10).

2. Оптимальные параметры управления запасами в группе АУ, ВУ, СУ следует определять с учетом сезонности спроса. Для этого нужно рассчитывать оптимальные параметры отдельно по сезонным кварталам.

3. В связи с большими колебаниями спроса для товаров, входящих в группу АЗ, ВЗ, СЗ необходимо определить существенный страховой запас по формуле:

$$z_i = \sigma_i t_i, \quad (14)$$

где  $\sigma_i$  – среднее квадратичное спроса на  $i$ -ый товар определяется по формуле:

$$\sigma_i = v_i \bar{x}_i, \quad (15)$$

где  $v_i$  – коэффициент вариации  $i$ -го товара;  $\bar{x}_i$  – средний спрос за период  $T$  этого товара.

Заметим, что величина  $v_i$  определена при XYZ - анализе на каждый из товаров этой группы.

Величина  $t_i$  определяется как аргумент интегральной функции Лапласа (по таблицам нормального распределения) [4]:

$$F(t_i) = 1 - 2a_i,$$

где

$$a_i = \frac{C_{xi}}{C_{дефи} + C_{xi}}; \quad (16)$$

$C_{xi}$  – расходы на хранение  $i$ -го товара;

$C_{дефи}$  – потери от дефицита при неудовлетворительном спросе на  $i$ -ый товар, вызванный случайным временем выполнения заказа  $\tau_{3i}$  на этот товар.

$$C_{дефи} = \alpha_i \lambda_i (t_{3i} - \tau_{3i} - t_{ioпт}), \quad (17)$$

где  $\alpha_i$  – цена 1 ед.  $i$ -го товара.

$$\lambda_i = \frac{S_{opti}}{t_{opti}}. \quad (18)$$

Величина  $\alpha_i$  рассчитывается для каждого из товаров группы АЗ, ВЗ, СХ.

Из этих величин выбирается наибольшее.

Величины  $S_{opti}$  и  $t_{opti}$  определены по формулам (2) и (5) (см. рис.1).

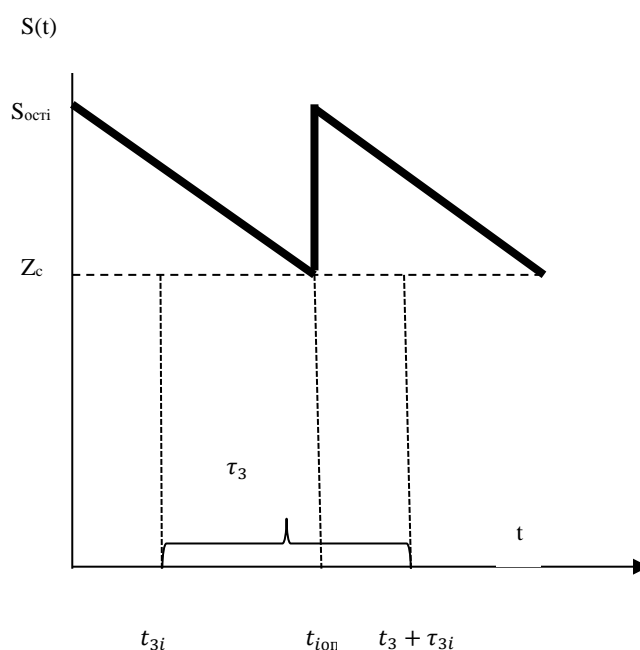


Рисунок 1. Зависимость оптимального размера поставки от времени

### Литература

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник / А.М. Гаджинский.- 20-е изд.- М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2012.- 484 с.
2. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. 2-е изд./ В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Ю.В. Малевич, И.А. Плетнева.- Санкт-Петербург: Питер, 2008.- 448 с.
3. Гаджинский А.М. Практикум по Логистике/ А.М. Гаджинский. – 7-е изд., перераб. И доп.- М.: Дашков и К, 2008.- 302 с.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для ВУЗов / В.Е. Гмурман.- 12-е изд.- М.: Издательство Юрайт, 2020. – 479 с.

## ФОРМИРОВАНИЕ МАРШРУТНЫХ СЕТЕЙ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

М.В. Буйлова<sup>1</sup>

*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. Канта),  
Россия, 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, 14*

Обсуждаются вопросы проектирования маршрутных сетей общественного транспорта городов. Приведен анализ отечественных и зарубежных источников, затрагивающих данную проблематику.

*Ключевые слова:* система городского общественного транспорта, маршрут, оптимизация, планирование, пассажиропотоки, транспортная сеть, остановочный пункт.

### DEVELOPMENT OF URBAN PUBLIC TRANSPORT ROUTE NETWORKS

M.V. Buylova

*The Immanuel Kant Baltic federal university (IKBFU),  
236016, Kaliningrad, St. A. Nevsky, 14.*

The issues of designing route networks of public transport of cities are discussed. The analysis of domestic and foreign sources affecting this issue is given.

*Keywords:* urban public transport system, route, optimization, planning, passenger traffic, transport network, stopping point.

#### Введение

Одной из разработанных Генеральной ассамблеей ООН целью в области устойчивого развития (ЦУР, Sustainable Development Goals - SDGs) в 2015г является № 11 «Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов» [1]. В задаче 11.2 ЦУР конкретно упоминается городской транспорт. В соответствии с указанной целью необходимо «к 2030 году обеспечить доступ к безопасным, недорогим, доступным и устойчивым транспортным системам для всех, повышая безопасность дорожного движения, в частности, за счет расширения общественного транспорта...». На местном уровне задачи 11.2 ЦУР предполагают, что городские власти обеспечат формирование системы общественного транспорта, которая имеет три компонента: социальный, экономический и экологический. Это означает, в частности обеспечение безбарьерного физического доступа к системе общественного транспорта.

В соответствии с Указом Президента РФ [2] необходимо обеспечить создание механизмов комплексного развития городов и других населенных пунктов с учетом «индекса качества городской среды» [3]. В «Методике формирования индекса качества городской среды», утвержденной распоряжением Правительства РФ [4] в частности обозначены два индикатора –

«Улично-дорожная сеть» и «Общегородское пространство». Особое внимание стоит уделить такому показателю индикатора «Общегородское пространство», как «Доступность остановок общественного транспорта», измеряемому в процентах.

В распоряжении правительства РФ [5] выделен один из трендов развития транспортных систем: «активное развитие в агломерациях магистрального транспортного каркаса и городского пассажирского транспорта общего пользования» и «комплексная оптимизация систем транспортного обслуживания в городских агломерациях».

Ключевыми результатами, сформированными в едином плане правительства РФ на плановый период до 2030 года [6] предполагается, что к 2030 году для 60 млн. человек в городах и агломерациях будут сформированы новые и эффективные транспортные системы [7].

Учитывая ожидаемые темпы урбанизации в России, а также указанные выше ЦУР 11, Указ Президента РФ и распоряжения Правительства РФ, формирование новых эффективных транспортных систем имеет первостепенное значение для российских городов. Однако нет четких руководящих принципов относительно того, как перевести национальные цели устойчивого развития на городской уровень или как реализовать данные распоряжения в городах.

<sup>1</sup>Буйлова Мария Валерьевна – старший преподаватель БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585, e-mail: mbuilova@kantiana.ru.

Результаты и их обсуждение. Общие принципы планирования городского общественного транспорта рассмотрены в публикации [8], отмечается, что планирование пассажирских перевозок по маршрутным сетям не должно быть спорадическим и бессистемным, а это подтверждает комплексность систем городского общественного транспорта по причине их технической и организационной сложности, большого пассажирооборота и т.д. Таким образом, сеть общественного транспорта - это комплексная система обслуживания с социальной целью удовлетворения потребностей населения определенного региона в перемещении. Проектирование сети общественного транспорта включает в себя возможность определять ее качество с точки зрения различных величин, таких как общее время в пути, пассажироместимость автобусов, длительность ожидания на остановочных пунктах, количество пересадок и так далее. Перепроектирование сети может быть связано с изменениями законодательства, проведением массовых мероприятий государственного значения и развитием города. Также развитие города может потребовать удлинения или сокращения маршрутов, добавления дополнительных остановочных пунктов, их перемещения, введения новых маршрутов, охватывающих развивающиеся районы города.

Применение метода проектирования маршрутной схем общественного транспорта, учитывающего большее число особенностей конкретного города, позволяет повысить эффективность работы разработанной сети.

В публикации А. Седера и Н. Уилсона [9] процесс планирования сетей общественного транспорта предлагается делить на пять этапов:

- 1) Формирование маршрутной сети
- 2) Установление временных интервалов движения автобусов
- 3) Разработка временного графика работы
- 4) Расписание движения автобуса
- 5) Планирование работы водителя

П. Мэнсер, Х. Беккер, С. Хёрл и др. [10] предложили иное поэтапное разделение на уровни в зависимости от их временного горизонта:

- стратегическое планирование (проектирование сети),
- тактическое планирование (установление интервалов движения ТС, разработка расписания),
- оперативное планирование (планирование расписаний, планирование графиков работы водителей).

В работе [8], отмечается, что «оптимизированное планирование маршрутной сети является решающим фактором, способствующим эффективному функционированию общественного транспорта». Этот этап представляет собой сложную проблему, что приводит к большому разнообразию подходов, которые принято делить на эвристические, аналитические и метаэвристические. Эвристические и метаэвристические подходы, как правило, не обеспечивают нахождения глобально оптимального решения.

Первый эвристический подход к проблеме проектирования сети был представлен Патцем [11] еще в 1925г. Алгоритм строит сеть, содержащую линии для каждой пары пункта отправления-пункта назначения. Затем из каждой пары линии итеративно удаляются и соединяются в соответствии с уровнем их заполняемости и количеством пересадок, необходимых для одного пассажира. Ч. Зонтак [12] адаптирует этот подход, переназначая пассажиров на кратчайший путь с точки зрения времени в пути.

Отдельно стоит отметить работы Кристофа Мандла [13 – 15], который подходит к проблеме с пустым начальным набором маршрутов. На первом этапе создается допустимый набор маршрутов на основе кратчайшего пути между парой терминалов и наибольшим числом пар места отправления-пункта назначения. Затем применяются эвристические методы для повышения качества сгенерированного набора маршрутов, минимизации общей стоимости проезда пассажиров (включая время ожидания, время в пути, а также штрафы за пересадку). Разработан ряд других алгоритмов, основанных на этих подходах, например [16].

Только позже были применены аналитические методы. В нашей стране, если ограничиться рассмотрением современного периода, такие методы разрабатывались в работах М.Е. Антошвили, И.В. Спирина, М.В. Хрущева, Г.А. Варелопуло [17 – 21], а также В.М. Бунеева [22], А.В. Кулева [23] и других.

Авторы рекомендовали метод, который позволял уменьшить количество сравниваемых наборов маршрутов путем исключения тех, корректирование которых нецелесообразно [19]. Были использованы более современные математические знания и методы, а так же ЭВМ. Это дало возможность повысить качество и сократить трудоемкость работы. Основой работы являлось предложение использования таких ограничений:

1. минимально возможный коэффициент пассажироместимости,
2. перечень утвержденных и запрещенных маршрутов

3. протяженность маршрута,
4. минимум пассажиров, перемещающихся между конечными пунктами.
5. максимальный интервал движения,
6. число автобусов,

Этот метод не принимает во внимание потребности населения и не учитывает критерии, относящиеся к количественным показателям непрямолинейности поездок и совершаемых пересадок.

М.Д. Блатнов [24] в своей работе 1981г предложил другие два критерия оптимизации: уменьшение временных затрат на поездки и уровень пересадочности.

Такой способ проектирования, как принцип последовательного конструирования был рассмотрен в трудах Ф.Г. Глика [25,26], В.В. Яворского С.Ю. [27,28] и Ольховского [28,29].

Ф.Г. Глик предложил преобразовывать имеющуюся схему маршрутов за счет взаимодействия проектировщика и ЭВМ, что позволило учесть факторы и критерии, не поддающиеся формализации.

В.В. Яворский и С.Ю. Ольховский предложили использовать более развернутые алгоритмы и математические модели с корректировкой схем движения общественного транспорта по одному из условий: эффективное распределение автобусов, минимальное время перевозки или равномерное распределение пассажиропотоков.

Э.А. Сафроновым и К.Э. Сафроновым [30,31] была разработана методика повышения эффективности системы городского общественного транспорта на основе оптимизации по вместимости и численности структуры парка подвижного состава. Предложенная методика была использована при разработке геоинформационной компьютерной программы от СибАДИ [31]. Недостатком этой методики можно обозначить отсутствие алгоритма проектирования оптимальных трасс автобусных маршрутов. Идентичным методом оптимизации воспользовалась О.А. Пытылаева [32], что позволило в зависимости от преобразования транспортной ситуации в городе разгрузить основные магистрали.

Зарубежными учеными были разработаны всевозможные аналитические модели для проектирования сетей общественного транспорта. Эти модели можно разделить на шесть категорий:

1. Модели (например, Э.М. Холройд [33], Д. Кокур и К. Хендриксон [34]), использующие упрощенные сети для оценки спроса на общественный транспорт с разделением по видам. Предполагается вычисление оптимального

расстояния между линиями заранее определенными параллельными или радиальными маршрутами, а также оптимальные интервалы движения для каждого маршрута.

2. Модели, определяющие, какие направления перемещений пассажиров следует использовать для маршрутизации, которые затем объединяются для формирования сети (например, Д.У. Биллхаймер и П. Грей [35], Д.К. Ри [36]). З. Гао, Х. Сун, Л. Чжан [37] и А.Т. Мюррей [38] используют математическую оптимизацию для оптимизации размера сети и количества пересадок или оптимального количества и расположения автобусных остановок.

3. Модели, определяющие маршруты, без учета интервалов движения транспортных средств (например, К. Перик и К.Д. Виганд [39], К. Симонис [40]).

4. Модель, которая назначает интервалы для заданного набора маршрутов Р. Ван Неса [41] (например, С. Шееле [42], П.Г. Ферт и Н. Уилсон [43], Б. Хагберг и Д. Хассельстрем [44]). Например, П. Ферт и Н. Уилсон кроме назначения интервалов движения автобусов, учитывали также расписание отправления. В созданной ими оптимизационной модели в качестве целевой функции выбран социальный результат, который включает стоимость билета для пассажира и экономию времени ожидания. В качестве ограничений установлены, количество автобусов, коэффициенты их загрузки и общие субсидии.

5. Двухэтапные модели (например, В. Лампкин и П.Д. Салманс [45], Д. Дюбуа и др. [46]). На первом этапе определяются маршруты, с ограничением по перевозке максимального количества пассажиров и с учетом фиксированной матрицы корреспонденций. На этом этапе В. Лампкин и П.Д. Салманс рассматривают поездки без пересадок, в то время как в работе Д. Дюбуа и др. рассматриваются все поездки. На втором этапе таких моделей интервалы назначаются сгенерированному набору маршрутов. Цель свести к минимуму общее время в пути с учетом матрицы корреспонденций и доступного количества транспортных средств. При расчете времени в пути в работе Д. Дюбуа и др. введена возможность ходить пешком вместо использования общественного транспорта. Все используемые методы явно эвристичны, но методы Д. Дюбуа и др. являются более сложными. Основным отрицательным результатом разработки этих моделей является то, что они решают проблему маршрутов и интервалов отдельно, в то время как между этими двумя компонентами системы общественного транспорта существует четкая связь. Кроме того, используется

фиксированная матрица корреспонденций (OD matrix estimation), поэтому соотношение между спросом и предложением на услуги общественного транспорта не учитывается.

6. Модели, определяющие маршруты и интервалы движения одновременно. Д. Хасельстрем [47] использует сложную модель оптимизации в два этапа, которая сначала устраняет не используемые пассажирами направления перемещений, получая не малый набор возможных маршрутов. Затем с помощью линейного программирования производится отбор маршрутов с ограничением по времени интервалов движения автобусов. Недостатком модели является то, что, хотя маршруты и интервалы определяются одновременно, формулируются две разные задачи оптимизации. По своей сути данная модель аналогична модели М.Е. Антошвили [17], опубликованной ранее.

Метаэвристические подходы интенсивно развиваются в последние годы и становятся все более популярными для решения сложных комбинаторных задач, что объясняется быстрым ростом вычислительной мощности. Такие методы, как генетические алгоритмы (GA), поиск табу (TS), имитационный отжиг (SA) и муравьиные алгоритмы (ACO) сыграли важную роль в исследованиях, связанных с проектированием городской транспортной сети.

Генетические алгоритмы также нашли достаточно широкое применение, и во многих работах они были использованы для параллельного проектирования маршрутной сети и определения временных интервалов движения автобусов и. Показано, что эти алгоритмы вполне подходят для целей проектирования сети городского общественного транспорта [48]. В работах С.Б. Паттнаика, С. Мохана и В.М. Тома [49,50], а также Дж. Агравала и Т.В. Мэтью [51] использовали систему кодирования для определения возможных маршрутов, которые могут быть заранее определены и сохранены в списке. Задачей является выбор маршрутов из этого списка для формирования наборов маршрутов-кандидатов. Первоначальные наборы создаются с использованием эвристических методов с применением нахождения кратчайшего пути, а генетический алгоритм позволил создавать новые вариации набора маршрутов. Важным является, чтобы аналогичные маршруты имели одинаковые коды, что приведет к появлению измененного маршрута со многими узлами. Интервалы движения также кодируются. Примером отечественных публикаций, посвященным оптимизации маршрутных сетей с применением генетических алгоритмов, являются работы О.А. Лебедевой [52 – 54].

С другой стороны, в 2002 году П. Чакроборти и Т. Двиведи [55] применили другой подход к кодированию GA: перебирались узлы, а не маршруты и их двоичное кодирование. Функция оценивает конкурентоспособность линий в отношении времени в автобусе, количества пересадок и неудовлетворенного спроса. Эта работа была продолжена П. Чакроборти в 2003 году [56]. Заметные расширения были предложены Ш. Афандизаде, Х. Хаксар и Н. Калантари [57] в 2012г, А. Найемом, Д. Редером и Дж. Жубером. в 2015г [58] и Ф. Чжао и др. (2015) [59].

Для других метаэвристических методов примеры можно увидеть в публикациях В. Фана и Р.Б. Мачемеля 2004г [60] и 2006г [61]. Они использовали свою методологию решения с поиском табу и имитацией отжига для решения специализированных задач проектирования городской транспортной сети.

Алгоритм муравьиных колоний для оптимизации маршрутных сетей был впервые предложен Дж. Ху и др. [62]. Наряду с генетическим алгоритмом алгоритм ACO моделировал процесс поиска оптимальных маршрутов, начиная с терминала и заканчивая процессом поиска муравьями источников пищи из гнезда. Метод оптимизации маршрутной сети, основанный на алгоритме муравьиной колонии, так же был применен Б. Ю и З. Янгом в 2005 [63], в 2006 [64]. Алгоритм минимизирует количество пересадок при максимизации пассажиропотока на единицу протяженности сети для одновременного построения оптимальных автобусных линий и остановок. Наконец, Б. Ю., З. Янг и др. в 2007г.г. [65,66] предложили усовершенствованный алгоритм ACO для оптимизации городских маршрутных сетей общественного транспорта. Основная идея их алгоритма состояла в том, чтобы получить оптимальные пары отправок и пунктов назначения для сети и сформировать автобусные маршруты. Этот подход был адаптирован М. Николичом и Д. Теодоровичем [67], которые максимально увеличили количество обслуживаемых пассажиров и в то же время минимизировали общее время пребывания пассажиров в автобусе, а также общее количество пересадок. Чжао [68] разработал инструмент с минимальной зависимостью от эвристики. Этот инструмент эффективно решает проблему планирования маршрутной сети общественного транспорта за счет минимизации количества пересадок и общих затрат пользователей при максимальном охвате услугами, учитывая спрос. Это исследование было успешно применено к реальному крупномасштабному проекту. Еще ряд исследований, основанных на ACO [69 – 74], были проведены учеными из г. Томска. Было



проведено тестирование алгоритма на реальной маршрутной сети города Томска. Важным достоинством метода является особенность получения матрицы корреспонденций: деление города на транспортные районы предлагается осуществлять, основываясь на расположении остановочных пунктов обработкой данных электронных карт.

**Предложения**

Таким образом, в результате работы как отечественных, так и зарубежных исследователей разработано большое число подходов к оптимальному проектированию или корректировке сети городского пассажирского транспорта. Причем большинство авторов отдавали предпочтение строго формализованным математическим методам. Сложность таких методов обусловлена очень большим числом теоретически возможных маршрутов в достаточно крупном городе, что, как правило, требует подключения эксперта к процессу проектирования, что вносит элемент субъективности в этот процесс, как в части набора рассматриваемых вариантов маршрутов, так и в выборе критерия оптимизации и состава ограничений. При этом характер критерия оптимальности для разных участников транспортного процесса могут существенно различаться, а для некоторых быть прямо противоположными. Очевидно, что существует необходимость балансировать различные интересы.

В определенной мере это можно сделать на основе следующих принципов. Распространенной точкой зрения является необходимость использования автобусов возможно большего класса [75]. Как известно автобусы по длине корпуса принято условно делить на пять классов: от особо малого длиной менее 5,0 метров до особо большого длиной более 16,0 метров [76]. Использование автобусов большего класса более выгодно экономически перевозчику, меньше нагружает улично-дорожную сеть и остановочные пункты, выгоднее с экологической точки зрения и, как правило, создает более комфортные условия для пассажиров.

Однако использование таких автобусов не всегда возможно. Практически все населенные пункты включают в себя зоны с улично-дорожной сетью сложившейся несколько десятилетий назад, многие участки которой по ширине проезжей части и радиусу поворота (рис.1) не дают возможности безопасно эксплуатировать транспортные средства с размерами выше некоторой величины.



Рисунок 1 – Выезд транспортного средства при повороте на среднюю полосу – полосу встречного движения. Пересечение ул. Театральной и Гвардейского проспекта, центральная часть г. Калининграда

Этот фактор целесообразно учитывать при проектировании маршрутной сети общественного транспорта. Сделать это можно, реализовав следующий укрупненный алгоритм (рис.2).

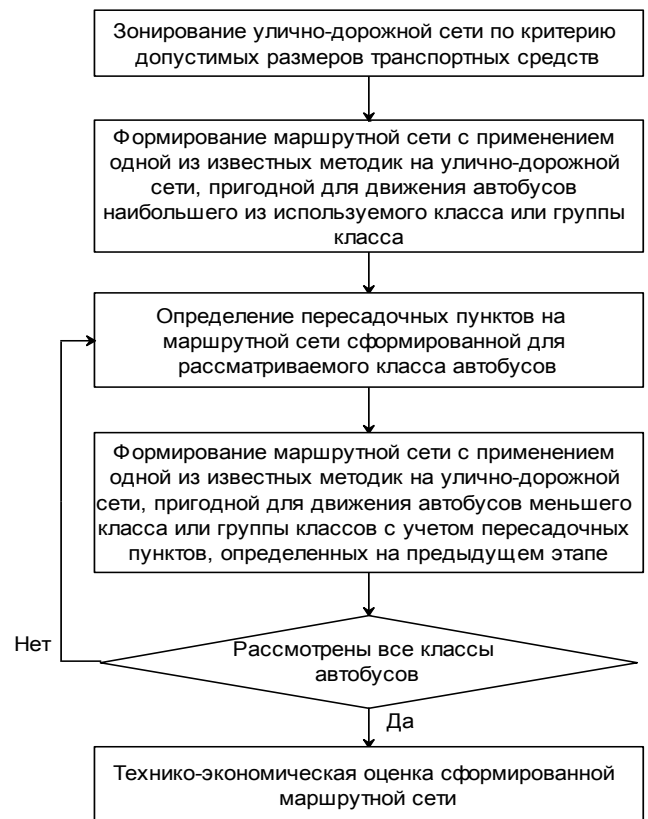


Рисунок 2 – Укрупненная блок схема формирования маршрутной сети

Преимуществом такого подхода помимо перечисленных выше является рассмотрение меньшего числа возможных маршрутов на каждом из этапов формирования маршрутной сети. Другим преимуществом является назначение пересадочных пунктов в точках пересечения маршрутов автобусов меньшего класса с маршрутами автобусов большего класса, что позволяет использовать последние в большей степени.

### Выводы

Таким образом, анализ известных подходов к проектированию схемы маршрутов городского общественного транспорта показывает, что существующие методики сформированы на разных принципах. Это обусловлено необходимостью в наибольшей степени учесть разнообразные условия функционирования общественного транспорта в разных городах. Для городов с существенной долей старой улично-дорожной сети существуют дополнительные условия, которые целесообразно учитывать при проектировании схемы маршрутов городского пассажирского транспорта.

### Литература

1. Sustainable transport <https://sdgs.un.org/topics/sustainable-transport> Дата обращения 07.01.22.
2. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. N 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года" (с изменениями и дополнениями от 19 июля 2018 г., 21 июля 2020 г.)
3. Индекс качества городской среды — инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий её формирования. URL: <https://индекс-городов.рф/#/> Дата обращения 07.01.22.
4. Методика формирования индекса качества городской среды, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2019 г. № 510-р.
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р Москва/ URL: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZlOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf>. Дата обращения 07.01.22.
6. Единый план по достижению национальных целей развития российской федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года 1 октября 2021 года URL: [https://www.economy.gov.ru/material/file/ffccd6ed40dbd803eedd11bc8c9f7571/Plan\\_po\\_dostizheniyu\\_nacionalnyh\\_celey\\_gazvitiya\\_do\\_2024g.pdf](https://www.economy.gov.ru/material/file/ffccd6ed40dbd803eedd11bc8c9f7571/Plan_po_dostizheniyu_nacionalnyh_celey_gazvitiya_do_2024g.pdf) Дата обращения 07.01.22.
7. Презентация 42 инициатив социально-экономического развития до 2030 года. URL: <http://government.ru/news/43480/> Дата обращения 07.01.22.
8. Popova O., Gorev A., Shavyraa C. Principles of modern route systems planning for urban passenger transport //Transportation research procedia. – 2018. – Т. 36. – С. 603-609. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.146>
9. Ceder A., Wilson N.H.M. Bus network design. Transp. Res. 1986. Part B Vol. 20. No. 4. pp. 331-344. [doi.org/10.1016/0191-2615\(86\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0191-2615(86)90047-0)
10. Patrick Manser, Henrik Becker, Sebastian Hörl, Kay W. Axhausen, Designing a large-scale public transport network using agent-based microsimulation, Transportation Research Part A: Policy and Practice, V.137, 2020, pp 1-15, ISSN 0965-8564, URL: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.04.011>
11. Patz A. Die richtige Auswahl von Verkehrslinien bei großen Straßenbahnnetzen //Verkehrstechnik. – 1925. – Т. 50. – №. 51. – С. 977-983.
12. Sonntag H. (1978) Linienplanung im öffentlichen Personennahverkehr. In: Brockhoff K., Dinkelbach W., Kall P., Pressmar D.B., Spicher K. (eds) Vorträge der Jahrestagung 1977 / Papers of the Annual Meeting 1977 DGOR. Proceedings in Operations Research 7, vol. 1977. Physica, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-00409-8\\_62](https://doi.org/10.1007/978-3-662-00409-8_62)
13. Mandl C.E. Applied Network Optimization, Academic Press, London, 1979.
14. Mandl C.E. Evaluation and Optimization of Urban Public Transport Networks, Third Congress on Operations Research, Amsterdam, Netherlands, 1979.
15. Mandl C.E. Evaluation and Optimization of Urban Public Transport Networks, European Journal of Operational Research. 5(6), 1980. P. 396-404.
16. Axhausen, K.W., Smith Jr., R.L., 1984. How network structure can boost and shape the demand for bus transit. Transp. Res. Rec. 976, 7–20.
17. Антошвили М.Е. Оптимизация городских автобусных перевозок / М.Е. Антошвили, С.Ю. Либерман, И.В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
18. Спирин И.В. Научные основы комплексной реструктуризации городского пассажирского транспорта: монография / И.В. Спирин. – М.: ИКФ «Каталог», 2007. – 200 с.
19. Антошвили М.Е. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ / М.Е. Антошвили, Г.А. Варелопуло, М.В. Хрущев. – М.: Транспорт, 1974. – 104 с.
20. Хрущев М.В. Исследование методов маршрутизации автобусного транспорта в городах: дис. ... д-р экон. наук: 08.00.05, 08.00.13 / Хрущев Михаил Владимирович. – М., 2000. – 206 с.
21. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г.А. Варелопуло. – М.: Транспорт, 1990. – 208 с.
22. Бунеев В.М. Эффективность городского пассажирского транспорта: методы оценки и обоснования / В.М. Бунеев, В.И. Новоселов, Н.Н. Путилова. – Новосибирск: НГАВТ, 2008. – 415 с.

23. Кулев А. В. Оптимизация маршрутов пассажирского транспорта в городе: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. / Кулев Андрей Владимирович – Орел, 2015. – 20 с.
24. Блатнов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1981. – 222 с.
25. Глик Ф.Г. Интерактивное конструирование маршрутной системы городского пассажирского транспорта / Ф.Г. Глик. // Градостроительство. – Киев: Будивельник, 1987. – Вып. 39. – С. 100–106.
26. Глик Ф.Г. Методика построения маршрутной системы массового пассажирского транспорта / Ф.Г. Глик // Материалы X международной (тринадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции 14 - 15 июня 2004 года. – 2004.
27. Яворский В.В. Модели и алгоритмы проектирования маршрутных сетей городского пассажирского транспорта: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.03 / Яворский Владимир Викторович. – Томск, 1976. – 24 с.
28. Ольховский С.Ю. Моделирование функционирования и развития маршрутизированных систем городского пассажирского транспорта: монография / С.Ю. Ольховский, В.В. Яворский. – Омск: Изд-во СибаДИ, 2001. – 138 с.
29. Ольховский С.Ю. Исследование и разработка методов совершенствования пассажирской транспортной системы города: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Ольховский Сергей Юрьевич. – М.: 1983. – 228 с.
30. Сафронов Э.А. Научно-методические основы развития системы городского пассажирского транспорта: автореф. дис. ... д-р техн. наук: 05.22.10 / Сафронов Эдуард Алексеевич. – М., 1993. – 43 с.
31. Сафронов К. Разработка компьютерной программы с целью реорганизации маршрутной сети города / К. Сафронов, Д. Киммель // Материалы X международной (тринадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции 14 - 15 июня 2004 года. – 2004.
32. Пыталаева О.А. Обоснование параметров маршрутной сети городского наземного пассажирского транспорта: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Пыталаева Ольга Анатольевна. – Екатеринбург, 2010. – 20 с.
33. Holroyd E.M. The Optimum Bus Service: a Theoretical Model for a Large Uniform area, 3rd OECD Int. Symp. Theory of Road Traffic Flow, 1967. P. 308-328.
34. Kocur G. and Hendrickson C. Demand of Local Bus Service with Demand Equilibration, Transportation Science, 1982. Vol. 16, No. 2, P. 149-170.
35. Billheimer J.W. and Gray P. Network Design with Variable and Fixed Cost Elements. Transportation Science, 1973. Vol. 7, No. 1, P. 49-74. doi: 10.1287/trsc.7.1.49.
36. Rea J.C. Designing Urban Transport Systems: An Approach to the Route Technology Selection Problem. Highway Research Record, 1972. 417, P. 48-59.
37. Gao, Z., Sun, H., Shan, L., 2003. A continuous equilibrium network design model and algorithm for transit systems. Transp. Res. Part B 38, 235–250.
38. Murray, A.T., 2003. A coverage model for improving public transport system accessibility and expanding access. Ann. Oper. Res. 123, 143–156.
39. Pierick K. and Wiegand K.D. Methodical Formulations for an Optimization of Railway Long-Distance Passenger Transport. Rail International 6, 1976. P. 328-333.
40. Simonis C. Optimierung von Omnibuslinien, Stadt Region Land B26, 1981.
41. Ness R., et al. Design of public transport networks. Transportation Research Record, 1988.
42. Scheele S. and Supply A. Model for Public Transport Services. Transportation Research, 1982. 14B, 3, P. 133-148
43. Furth P. G. and Wilson N.H.M. Setting Frequencies on Bus Routes: Theory and Practice. Transportation Research Record 1981. 818, P. 1-7.
44. Hagberg B. and Hasselstrom D. A Method to Assign Frequencies and Vehicle Types to Fixed Route Urban Public Transport Systems. Volvo Transportation Systems, Gothenburg, 1980.
45. Lampkin W. and Saalmans P.D. The Design of Routes, Service Frequencies and Schedules for a Municipal Bus Undertaking: a case study, Journal of the Operational Research Society, 1967. Vol. 18, №4, P. 375-397. doi: 10.1057/jors.1967.70.
46. Dubois D., Bel G. and Llibre M. A Set of Methods in Transportation Network Synthesis and Analysis. The Journal of the Operational Research Society, 1979. Vol. 30, No. 9, P. 797-808. doi:10.2307/3009501.
47. Hasselstrom D. A Method for Optimization of Urban Bus Route Networks. Volvo Transportation Systems, Gothenburg, 1979.
48. Xiong, Y., Schneider, J.B. (1992). Transportation network design using a cumulative genetic algorithm and neural network. Transportation Research Record 1364.
49. Pattnaik, S.B., Mohan, S., Tom, V.M., 1998. Urban bus transit route network design using genetic algorithm. J. Transport. Eng. 124 (4), 368–375.
50. V.M. Tom and S. Mohan, Transit Route Network Design Using Frequency Coded Genetic Algorithm, Journal of Transportation Engineering, March/April (2003) 186-195.
51. Jitendra Agrawal and Tom V. Mathew, Transit Route Network Design Using Parallel Genetic Algorithm, Journal of Computing in Civil Engineering, July (2004) 248-256.
52. Лебедева, О.А. Совершенствование методов мониторинга пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта общего пользования : специальность 05.22.10 "Эксплуатация автомобильного транспорта" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лебедева Ольга Анатольевна. – Иркутск, 2014. – 20 с.

53. Лебедева О.А. Оптимизация маршрутной сети городского общественного транспорта // Вестник АНГТУ. 2018. № 12. С. 185–188.
54. Лебедева О. А., Гозбенко В. Е., Каргапольцев С. К. Оптимизация транспортной сети с учетом оценки качества услуг общественного транспорта // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. №1 (61).
55. Partha Chakroborty and Tathagat Dwivedi, Optimal Route Network Design For Transit Systems Using Genetic Algorithms, *Engineering Optimization* (2002) Vol.34(1), 83-100.
56. Partha Chakroborty, Genetic Algorithms for Optimal Urban Transit Network Design, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 18 (2003) 184-200.
57. Afandizadeh Sh., Khaksar H., Kalantari N. Bus fleet optimization using genetic algorithm a case study of Mashhad // *International Journal of Civil Engineering*. 2012. V. 11. P. 43–52.
58. Neumann, A., Röder, D., & Joubert, J. W. (2015). Towards a simulation of minibuses in South Africa. *Journal of Transport and Land Use*, 8(1), 137–154. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.390>
59. Zhao, H., Xu, W., Jiang, R., 2015. The Memetic algorithm for the optimization of urban transit network. *Expert Syst. Appl.* 42 (7), 3760–3773.
60. Wei Fan and Randy B. Machemehl, A Tabu Search Based Heuristic Method for the Transit Route Network Design Problem, the 9th International Conference on Computer-Aided Scheduling of Public Transport, San Diego, California, 2004.
61. Wei Fan and Randy B. Machemehl, Using a Simulated Annealing Algorithm to Solve the Transit Route Network Design Problem, *Journal of Transportation Engineering*, February (2006) 122-132.
62. Hu, J., Shi, X., Song, J., and Xu, Y. \_2005\_. “Optimal design for urban mass transit network based on evolutionary algorithm.” *Lecture notes in computer science* 3611, L. Wang, K. Chen, and Y. S. Ong, eds., Springer, Berlin-Heidelberg.
63. Yu B., Yang Z. Optimizing bus transit network with parallel ant colony algorithm // In *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 2005. no. 5 pp. 374–389.
64. Yu, B., and Yang, Z. \_2006\_. Model and algorithm for iterative design of bus network. *Proc., 9th Int. Conf. on the Applications of Advanced Technologies in Transportation (AATT 2006)*, Chicago, 731–736.
65. Zhongzhen Ya., Bin Yu, Chuntian Ch. Parallel ant colony algorithm for bus network optimization // *Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering*. – 2007. – V. 22. – P. 44–55.
66. Yang, Z., Yu, B., and Cheng, C. \_2007\_. “A parallel ant colony algorithm for bus network optimization.” *Computer Aided Civil and Environmental Engineering*, 22\_1\_, 44–55.
67. Nikolić, M., Teodorović, D., 2013. Transit network design by Bee Colony Optimization. *Expert Syst. Appl.* 40 (15), 5945–5955.
68. Zhao, F., 2006. Large-Scale Transit Network Optimization by Minimizing User Cost and Transfers. *The Journal of Public Transportation* 9 (2006): 6.
69. Shutova, Y. O. Ant colony optimization algorithm / Y. O. Shutova, Y. A. Martynova, Y. A. Martynov // Молодежь и современные информационные технологии : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 13–16 ноября 2013 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2013. – P. 357-359.
70. Мартынова, Ю. А., Мартынов Я. А. Формализация задачи организации маршрутных сетей городского пассажирского транспорта / Ю. А. Мартынова, Я. А. Мартынов // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 6(25). – С. 121.
71. Мартынова, Ю. А. Анализ опыта проектирования рациональных маршрутных сетей городского пассажирского транспорта / Ю. А. Мартынова // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 2(21). – С. 125.
72. Кочегурова Е.А., Мартынов Я.А., Мартынова Ю.А., Цапко С.Г. Алгоритм муравьиных колоний для задачи проектирования рациональных маршрутных сетей городского пассажирского транспорта // Вестник СибГУТИ. 2014. № 3(27). С. 89-100. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22154489>.
73. Ant colony algorithm for rational transit network design of urban passenger transport / Y. A. Martynova, Y. A. Martynov, D. B. Mustafina, V. V. Asmolovskiy // *Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2014*, Tomsk, 16–18 октября 2014 года. – Tomsk: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2014. – P. 6986883. – DOI 10.1109/MEACS.2014.6986883.
74. Мартынова, Ю. А. Совершенствование маршрутной сети городского пассажирского транспорта с помощью алгоритма муравьиных колоний / Ю. А. Мартынова // Системы управления и информационные технологии. – 2016. – № 4(66). – С. 96-100.
75. Российская Федерация Городской Совет депутатов Калининграда (шестого созыва) Решение от 25 декабря 2017 г. № 343 г. Калининград «Об утверждении Программы комплексного развития транспортной инфраструктуры городского округа «Город Калининград» на 2017 - 2035 годы»
76. Федеральный закон «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 13.07.2015 N 220-ФЗ.

## ПОДХОД К СОГЛАСОВАНИЮ ИНТЕРЕСОВ НА МАКРО- И МЕЗОУРОВНЯХ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.В. Затевахина<sup>1</sup>

*Автономная некоммерческая организация высшего образования «Международный банковский институт имени Анатолия Собчака»,  
191023, Россия, Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 60*

Предметом исследования является экономическая безопасность на мезоуровне. Целью исследования является разработка перечня показателей, которые предлагается использовать как базисного варианта, корректируемого и дополняемого специалистами, на основе принципа доминирования интересов макроуровня над интересами мезоуровня при решении задач обеспечения экономической безопасности. Методы исследования: систематизация, классификация. Предложена процедура определения пороговых значений индикаторов экономической безопасности, основанная на механизме гетерархии, сводящаяся к согласованию перечней и пороговых значений, определенными экспертами на Форсайт-сессиях, на макро- и мезоуровнях.

*Ключевые слова:* стратегическое планирование, экономическая безопасность, регион, индикаторы экономической безопасности.

### APPROACH TO THE COORDINATION OF INTERESTS AT THE MACRO- AND MESO LEVELS IN ORDER TO ENSURE ECONOMIC SECURITY

A.V. Zatevakhina

*Autonomous Non-profit Organization of Higher Education "Anatoly Sobchak International Banking Institute", 60 Nevsky Prospekt, St. Petersburg, 191023, Russia*

The subject of the study is economic security at the mesolevel. The purpose of the study is to develop a list of indicators that are proposed to be used as a basic option, corrected and supplemented by specialists, based on the principle of dominance of macro-level interests over meso-level interests in solving problems of ensuring economic security. Research methods: systematization, classification. A procedure for determining threshold values of economic security indicators based on the heterarchy mechanism is proposed, which boils down to harmonization of lists and threshold values determined by experts at Foresight sessions at macro and meso levels.

*Keywords:* strategic planning, economic security, region, economic security indicators.

#### Введение

Стратегия обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента РФ от 02.07.2021 № 400, декларирует плановый характер ее реализации, основой которой является согласованность действий под руководством Президента РФ органов публичной власти, организаций и институтов гражданского общества как результат реализации комплекса мер, определенных в ходе и по результатам стратегического планирования [1]. Несмотря на то, что документ содержит норму, устанавливающую обязательность контроля за реализацией стратегий в рамках государственного мониторинга состояния национальной безопасности, в нем нет указания на орган,

ответственный за разработку информационного обеспечения данного мониторинга, анализ и обобщение результата. Однако в Стратегии прописано, что показатели состояния национальной безопасности, в том числе экономической безопасности, определяет Президент РФ. Поэтому, в развитие положения Стратегии о необходимости совершенствования системы стратегического планирования в области обеспечения национальной безопасности и согласования интересов субъектов экономической безопасности на макро- и мезоуровнях, целесообразно поставить вопрос о разработке макета индикаторов (показателей) экономической безопасности с учетом тех изменений на макро- и мезоуровне, которые вызвали актуальные угрозы устойчивости развития.

<sup>1</sup>Анна Васильевна Затевахина – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и финансов предприятий и отраслей тел.: +7 (921) 786-27-65, e-mail: [zatevakhina@ibispb.ru](mailto:zatevakhina@ibispb.ru).

### Основная часть

Стратегическое планирование развития социально-экономических систем в условиях высокой неопределенности внешней среды не может использовать пороговые значения индикаторов экономической безопасности, имеющие статический характер и установленные на длительную перспективу без возможности их пересмотра. Коллектив авторов под руководством С.Н. Сильвестрова совершенно справедливо указывает на важность и эффективность стратегической координации (координации интересов), которая позволит обеспечить необходимую трансформацию ресурсов, способов их преобразования (технологий) и институтов для достижения необходимых результатов [2]. Действенным инструментом координации является Форсайт, который при решении задачи формирования перечня согласованных на макро- и мезоуровнях индикаторов экономических безопасности и их пороговых значений, обеспечивающих согласованность интересов разного уровня, должен реализовываться как глобальный исследовательский проект, требующий предварительных исследований и формирования базовой системы согласованных индикаторов экономической безопасности макро- и мезоуровня. Базовая система индикаторов является основой для дальнейшего обсуждения их перечня экспертами и определения пороговых значений. Автором настоящей статьи разработан проект системы индикаторов экономической безопасности, имеющих сквозной характер: задачи актуальной Стратегии национальной безопасности (раздел Экономическая безопасность) – индикаторы экономической безопасности макроуровня – индикаторы экономической безопасности мезоуровня). Разработка перечня показателей, которые предлагается использовать как базисного варианта, корректируемого и дополняемого указанными выше специалистами, была произведена на основе принципа доминирования интересов макроуровня над интересами мезоуровня при решении задач обеспечения экономической безопасности с учетом:

- декомпозиции задач, представленных в разделе «Экономическая безопасность» Указа Президента РФ от 2 июля 2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» на задачи макро- и мезоуровня в соответствии с содержанием конкретной задачи;
- выбора индикаторов экономической безопасности макро- и мезоуровня в соответствии с содержанием задачи;
- обеспечения максимально возможного соответствия индикаторов экономической

безопасности возможностями действующей системы статистического учета и отчетности;

- соответствия действующим документам стратегического планирования [3,4,5,6,7].

- использования иерархического подхода при осуществлении общественной координации интересов при декомпозиции задач экономической безопасности вследствие доминирования интересов макроуровня над интересами мезоуровня как необходимого условия обеспечения целостности экономического пространства страны;

- возможности использования механизмов гетерархии (взаимозависимости) участников процессов решения задач обеспечения экономической безопасности на основе многоэтапной экспертизы базового перечня индикаторов экономической безопасности, формирования их рабочего перечня и экспертного определения пороговых значений.

Фрагмент «Базовый проект индикаторов экономической безопасности» представлен в таблице 1. Процедура определения пороговых значений индикаторов экономической безопасности, основанная на механизме гетерархии, сводится к согласованию перечней и пороговых значений, определенными экспертами на Форсайт-сессиях, на макро- и мезоуровнях.

Пусть  $P_i^{(\Phi)}$  – пороговое значения  $i$ -го индикатора экономической безопасности, определенное (заданное) институтами федерального (макро)уровня;

$P_i^{(P)}$  – пороговое значение  $i$ -го индикатора экономической безопасности, определенное (заданное) институтами регионального (мезо) уровня;

$a_i^{(\Phi)}$ ,  $a_i^{(P)}$  – вес согласованности пороговых значений  $i$ -го индикатора экономической безопасности,  $0 \leq a_i^{(\Phi)}$ ,  $a_i^{(P)} \leq 1$ ;  $a_i^{(\Phi)} + a_i^{(P)} = 1$ .

Тогда пороговое значение  $i$ -го индикатора экономической безопасности  $P$  определяется следующим образом:

$$P_i = a_i^{(\Phi)} \cdot P_i^{(\Phi)} + a_i^{(P)} \cdot P_i^{(P)} \quad (1)$$

Если  $a_i^{(\Phi)} = 0$ , то  $P_i = P_i^{(P)}$ , пороговое значение индикатора экономической безопасности устанавливается директивно.

Если  $a_i^{(\Phi)} = 1$ , то  $P_i = P_i^{(\Phi)}$ , пороговое значение индикатора экономической безопасности является расчетной величиной.

Веса согласованности  $a_1$ ,  $a_2$  определяются в результате проведения процедуры перекрестного оценивания экспертами макро- и мезоуровней значений каждого индикатора экономической безопасности.

Таблица 1 – Фрагмент проекта системы согласованных индикаторов экономической безопасности макро- и мезоуровня

№ п/п	Задача	Индикаторы макроуровня (Российская Федерация)			Индикатор мезоуровня (субъект Российской Федерации)		
		Наименование показателя	Ед. изм.	Периодичность наблюдения	Наименование показателя	Ед. изм.	Периодичность наблюдения
1	Обеспечение институциональной и структурной перестройки национальной экономики на современной технологической основе, ее диверсификации и развития на основе использования низкоуглеродных технологий	1.1 Степень износа основных фондов	%	годовая	1.1.1 Степень износа основных фондов	%	годовая
		1.2 Доля инвестиций в машины, оборудование в общем объеме инвестиций в основной капитал	%	годовая	1.2.1 Доля инвестиций в машины, оборудование в общем объеме инвестиций в основной капитал	%	годовая
		1.3 Доля «зеленых» инвестиций в общем объеме инвестиций в основной капитал	%	годовая	1.3.1 Доля «зеленых» инвестиций в общем объеме инвестиций в основной капитал	%	годовая
		1.4 Углеродный след национальной экономики (суммарно: выбросы парниковых газов, произведенных в процессах промышленного и сельскохозяйственного производства, гниения)	куб. м	годовая	1.4.1 Углеродный след экономики субъекта РФ	куб. м	годовая
		1.5 Ввод в действие основных фондов			1.4.2 Количество углеродных единиц <sup>4</sup> по проектам, принятым к реализации в сфере материального производства	куб. м	квартальная

Процедура перекрестного оценивания предусматривает реализацию следующих этапов:

1. Формирование рабочего перечня индикаторов экономической безопасности на мезоуровне в соответствии с действующей Стратегией национальной безопасности РФ на базе представленного выше базового перечня. Этот этап осуществляется специалистами научно-исследовательских учреждений, уполномоченных для решения этой задачи Министерством экономического развития РФ в лице руководства Департамента стратегического планирования и инноваций, задачей которого, в числе прочих, является разработка методологии стратегического

планирования для всех уровней власти. Формирование пула экспертов макроуровня: представители федеральных органов исполнительной власти (представители профильных министерств, ведомств, агентств, Агентства стратегических инициатив, Торгово-промышленной палаты РФ, Российского союза промышленников и предпринимателей, научных учреждений, общественники, руководители и специалисты ведущих предприятий и организаций (в соответствии с отраслевой принадлежностью).

2. Формирование пула экспертов мезоуровня: руководители и представители органов исполнительной власти субъектов Федерации (представители профильных министерств,

<sup>4</sup> Углеродная единица – верифицированный итог реализации климатического проекта, выраженный в массе парниковых газов, эквивалентной 1 тонне углекислого газа

комитетов, департаментов, научных учреждений, руководителей и специалистов предприятий, предприниматели).

Ответственность органов исполнительной власти для организации работы экспертов целесообразно распределить следующим образом: на федеральном уровне – Министерство экономического развития РФ, Департамент регионального развития, область ответственности которого определяется выработкой государственной политики и нормативно-правового регулирования в области социально-экономического развития регионов. На мезоуровне ответственность за организацию работы экспертов следует возложить на комитеты по экономическому развитию и стратегическому планированию субъектов РФ. Для сбора и обработки результатов возможно применять форсайт-технологии, плодотворно используемые для согласования интересов в процессах прогнозирования перспектив развития социально-экономических процессов и явлений.

3. Научное обоснование пороговых значений индикаторов экономической безопасности мезоуровня, осуществляемое специалистами научно-исследовательских учреждений, уполномоченными субъектами исполнительной власти федерального и регионального уровне ( $T_i^{(\Phi)}$  и  $T_i^{(P)}$  соответственно), результатом чего является формирование двух массивов пороговых значений по заданному перечню индикаторов экономической безопасности. Результатом этого этапа являются два массива пороговых значений:

$$T^{(\Phi)} = (T_1^{(\Phi)}, T_2^{(\Phi)}, \dots, T_n^{(\Phi)}); \quad (2)$$

$$T^{(P)} = (T_1^{(P)}, T_2^{(P)}, \dots, T_n^{(P)}), \quad (3)$$

где  $n$  – количество индикаторов экономической безопасности.

4. Перекрестное оценивание пороговых значений на предмет соответствия интересам субъекта РФ:

- эксперты макроуровня оценивают пороговые значения, предложенные уполномоченными институтам мезоуровня  $T^{(P)}$ ;

- эксперты мезоуровня оценивают пороговые значения, предложенные уполномоченными институтами макроуровня  $T^{(\Phi)}$ .

Оценивание производится на шкале [0:1], где нижняя граница соответствует ситуации полного несоответствия интересам, верхняя граница означает полное совпадение интересов экспертов макро- и мезоуровней. Шкала оценивания имеет вид, представленный таблицей 2.

Результатом этого этапа являются:

- матрица  $A^{(\Phi P)} = (a_{ij}^{(\Phi P)})_{n \times m}$ , где  $a_{ij}^{(\Phi P)}$  – оценка соответствия  $j$ -м экспертом мезоуровня  $i$ -го порогового значения, установленного на федеральном уровне,  $k$  – количество экспертов на мезоуровне;

- матрица  $A^{(P\Phi)} = (a_{ij}^{(P\Phi)})_{n \times m}$ , где  $a_{ij}^{(P\Phi)}$  – оценка соответствия  $j$ -м экспертом мезоуровня  $i$ -го порогового значения, установленного на федеральном уровне,  $m$  – количество экспертов на мезоуровне.

Таблица 2 – Шкала оценивания весов соответствия пороговых значений экономической безопасности  $T_i^{(\Phi)}, T_i^{(P)}$

Качественная оценка соответствия интересам субъекта Федерации/Российской Федерации в области экономики	Количественная оценка соответствия $a_{ij}^{(\Phi)}$
Полностью не соответствует	0,0 – 0,1
Практически полностью не соответствует	0,11 – 0,30
Существенное несоответствие	0,31 – 0,45
Нет определенного мнения	0,46-0,55
Существенное соответствие	0,56 – 0,69
Практически полностью соответствует	0,70 – 0,99
Полностью соответствует	1

5. Проверка согласованности мнений экспертов по  $i$ -му индикатору экономической безопасности. Мерой согласованности оценок экспертов, успешно используемой на практике [[https://medstatistic.ru/articles/Chegodayev\\_ekspertnye\\_osenki.pdf](https://medstatistic.ru/articles/Chegodayev_ekspertnye_osenki.pdf)], является коэффициент вариации:

$$V = \sigma / a_{ij}^{(\Phi)}_{cp}, \quad (5)$$

где  $V$  – коэффициент вариации,  $0 \leq V \leq 1$ ;  
 $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  
 $a_{ij}^{(\Phi)}_{cp}$  – среднее значение весов соответствия порогового значения  $i$ -го индикатора экономической безопасности, установленных  $j$  экспертами. Если  $V < 0,3$ , то согласованность неудовлетворительна, следует переформировать состав экспертов соответствующего уровня и повторить процедуру оценивания. Если  $V \geq 0,3$  согласованность считается удовлетворительной.

6. Определение экспертного веса соответствия порогового значения  $i$ -го индикатора экономического безопасности  $a_i^{(\Phi)}$ . Поскольку среднее значение при небольших объемах выборки подвержено влиянию выбросов (значительных отклонений от типичных значений оценок), то в качестве веса соответствия следует принимать медиану последовательности оценок, данных экспертами как величину, более устойчивую к аномальным отклонениям:

$$a_i^{(\Phi)} = Me(a_{ij}^{(\Phi)}) \quad (6)$$

При определении веса соответствия необходимо учитывать выбросы – значения  $a_i^{(\Phi)}$ , которые отклоняются от медианного значения на величину, большую, чем  $2\sigma$ . Если значения  $a_i^{(\Phi)}$  таковы, что:

$$Me(a_{ij}^{(\Phi)}) - 2\sigma \leq a_i^{(\Phi)} \leq Me(a_{ij}^{(\Phi)}) + 2\sigma, \quad (7)$$



то, в соответствии с правилом двух сигм, они считаются нетипичными, маловероятными и исключаются из дальнейших расчетов.

7. Определение расчетного значения (нормирование)  $a_i^{(9)}$ . Пусть  $a_i^{(3, \Phi)}$  – вес соответствия порогового значения индикатора экономического безопасности, установленного экспертами федерального (макро) уровня;  $a_i^{(3, P)}$  – вес соответствия порогового значения индикатора экономического безопасности, установленного экспертами регионального (мезо) уровня:

$$A_i^{(\Phi)} = Me a_i^{(3, \Phi)} / (Me a_i^{(3, \Phi)} + Me a_i^{(3, P)}); \quad (8)$$

$$A_i^{(P)} = Me a_i^{(3, P)} / (Me a_i^{(3, \Phi)} + Me a_i^{(3, P)}); \quad (9)$$

$$A_i^{(\Phi)} + A_i^{(P)} = 1. \quad (10)$$

8. Определение согласованного порогового значения  $i$ -го индикатора экономической безопасности  $T_i^{(c)}$ :

$$T_i^{(c)} = A_i^{(\Phi)} \cdot T_i^{(\Phi)} + A_i^{(P)} \cdot T_i^{(P)}. \quad (11)$$

Предложенная процедура позволяет повысить обоснованность установления пороговых значений индикаторов экономической безопасности за счет их коллективного

определения и, на этой основе, – согласования интересов стейкхолдеров. Полученные в результате экспертизы соответствия пороговых значений интересам субъектов экономической безопасности различных уровней оценки соответствия характеризуют риск рассогласованности экономических интересов:

$$R_i = 1 - (A_{il}^{(\Phi)} + A_{il}^{(P)})/2; \quad (12)$$

$$0 \leq R_i \leq 1,$$

где  $R_i$  – риск рассогласованности экономических интересов между субъектами экономической безопасности на мезо- и макроуровне для  $l$ -го субъекта РФ.

Вычисление  $R_i$  позволяет построить карту рассогласованности по всем субъектам РФ, произвести классификацию регионов по уровням риска, определить приоритеты проведения и провести углубленный анализ причин рассогласованности. Более интересным представляется построение карты «Риск рассогласованности интересов – Индекс роста ВРП на душу населения» (рис. 1).

Риск рассогласованности интересов	1,00-0,90	К	К	К	К	Ж	Ж	Ж	Ж
	0,89-0,80	К	К	К	К	Ж	Ж	Ж	Ж
	0,79-0,70	К	К	К	К	Ж	Ж	Ж	Ж
	0,69-0,60	К	К	К	К	Ж	Ж	Ж	Ж
	0,59-0,50	К	К	К	К	Ж	Ж	Ж	Ж
	0,49-0,40	К	К	К	Ж	З	З	З	З
	0,39-0,30	К	К	К	Ж	З	З	З	З
	0,29-0,20	К	К	К	Ж	З	З	З	З
	0,19-0,10	К	К	К	Ж	З	З	З	З
	0,09-0,01	К	К	К	Ж	З	З	З	З
	...	0,96-0,97	0,97-0,99	1,00	1,01-1,02	1,03-1,04	1,05-1,06	...	
	Индекс роста ВРП на душу населения								

Рисунок 1 – Карта «Риск рассогласованности интересов – Индекс роста ВРП»

### Заключение

Использование карты, представленной на рисунке 1, позволит произвести классификацию регионов по зонам экономической безопасности:

- «зеленая» зона: регионы, в которых достигается положительная динамика ВРП (индекс ВРП больше 1) при низком уровне риска рассогласованности интересов в области экономической безопасности ( $R_i$  не превышает 0,49);

- «желтая» зона: стагнирующие регионы (индекс роста ВРП равен 1) при низком риске рассогласованности интересов в области экономической безопасности и регионы с положительной динамикой ВРП и высоким уровне риска рассогласованности интересов ( $R_i$  превышает 0,50);

- «красная» зона: регионы с отрицательной динамикой ВРП (индекс ВРП меньше 1) и низким уровне риска рассогласованности

интересов в области экономической безопасности ( $R_i$  не превышает 0,49);

- «фиолетовая» зона: регионы с отрицательной динамикой ВРП (индекс ВРП меньше 1) и высоким уровне риска рассогласованности интересов в области экономической безопасности ( $R_i$  превышает 0,50).

Согласованные пороговые значения индикаторов экономической безопасности  $T_i^{(c)}$  могут быть использованы при проведении мониторинга исполнения задач действующей Стратегии национальной безопасности РФ.

### Литература

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401325792/> (дата обращения 08.11.2021).

2. Экономическая безопасность России: методология, стратегическое управление, системотехника: монография / кол. авторов; под науч. ред. С.Н. Сильвестрова. — Москва: РУСАЙНС, 2018. — 350 с. URL: [http://www.fa.ru/org/science/epipeb/Documents/Сильвестров\\_Экономическая%20безопасность%20России\\_макет\\_fin.pdf](http://www.fa.ru/org/science/epipeb/Documents/Сильвестров_Экономическая%20безопасность%20России_макет_fin.pdf) (дата обращения 13.11.2021).
3. Федеральный Закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».
4. Указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года».
5. Распоряжение Правительства РФ от 22 декабря 2018 г. № 2914-р «О стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 г.».
6. Распоряжение Правительства РФ от 22 декабря 2018 г. № 2914-р «О стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 г.» URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72038606/> (дата обращения 08.11.2021).
7. Приказ Министерства экономического развития РФ от 22 апреля 2021 г. № 216 «Об утверждении Порядка разработки федерального плана статистических работ».
8. Письмо Министерства экономического развития РФ от 5 октября 2021 г. № 33918-ПК/Д03и «О применении показателей прогноза социально-экономического развития Российской Федерации в целях ценообразования на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу».
9. Доступность кредита и долговая нагрузка в российской экономике и ее отдельных отраслях. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_282452/3fb16d09329a5f35](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_282452/3fb16d09329a5f35) (дата обращения 08.11.2021).

УДК 65.011.56

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАПУСКА СЕРВЕРА 1С С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТЕЙНЕРНОЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ**

Д.В. Корниенко<sup>1</sup>, М.О. Мельников<sup>2</sup>, И.С. Иванников<sup>3</sup>

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина,  
Россия, 399770, Липецкая область, Елец, ул. Коммунаров, д. 28*

В статье проанализирована актуальность использования платформы 1С для автоматизации экономической деятельности предприятий. Рассмотрены преимущества использования клиент-серверного варианта работы системы 1С. Дан обзор технологии контейнерной виртуализации, приведены основные понятия. Проанализированы преимущества использования контейнеров при развертывании приложений. Рассмотрен инструмент контейнеризации Docker. Приведён процесс создания и запуска docker-контейнера, содержащего сервер 1С. Проанализированы полученные результаты, сделаны соответствующие выводы.

*Ключевые слова:* 1С, docker, контейнеризация, виртуализация.

## **AUTOMATION OF STARTING THE SERVER 1C WITH THE USE OF CONTAINER VIRTUALIZATION TOOLS**

D.V. Kornienko, M.O. Melnikov, I.S. Ivannikov

*Bunin Yelets State University, Russia, 399770, Lipetsk region, Yelets, st. Kommunarov, 28*

The article analyzes the relevance of using the 1C platform to automate the economic activities of enterprises. The advantages of using the client-server version of the 1C system are considered. An overview of the technology of container virtualization is given, the basic concepts are given. The advantages of using containers when deploying applications are analyzed. The Docker containerization tool is considered. The process of creating and launching a docker container containing a 1C server is presented. The results obtained are analyzed and the corresponding conclusions are drawn.

*Keywords:* 1C, docker, containerization, virtualization.

<sup>1</sup>Корниенко Дмитрий Васильевич – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования и компьютерных технологий, тел.: +7 (960) 152-00-20, e-mail: [dmkornienko@mail.ru](mailto:dmkornienko@mail.ru);

<sup>2</sup>Мельников Максим Олегович – студент института математики, естествознания и техники, тел.: +7(915)854-22-93, e-mail: [melnikov.maxx@yandex.ru](mailto:melnikov.maxx@yandex.ru);

<sup>3</sup>Иванников Илья Сергеевич – аспирант кафедры математического моделирования и компьютерных технологий, тел.: +7 (915) 555-39-15, e-mail: [ivannikov.work@yandex.ru](mailto:ivannikov.work@yandex.ru).

### Введение

Высокие темпы экономического роста практически всех успешных компаний обусловлены в том числе оперативным внедрением и грамотным использованием информационных технологий. Эффективность работы современного предприятия во многом зависит от уровня автоматизации её бизнес-процессов. Высокая конкуренция на рынке предъявляет бизнесу ряд априорных требований в виде скорости получения, обработки и надёжного хранения актуальных данных. Это послужило причиной полного перехода к компьютеризированному ведению налогового, бухгалтерского, производственного учёта, а также автоматизации хозяйственной деятельности фирм. Внедрение уже зарекомендовавших себя на рынке программных продуктов компании 1С позволяет оптимизировать работу, улучшить эффективность учётной деятельности, а также повысить качество работы предприятия в целом [1].

Платформа 1С предоставляет возможность выбора между двумя вариантами работы системы: клиент-серверный и файловый.

Файловый вариант предполагает работу единственного пользователя или небольшой группы пользователей локальной сети предприятия. При этом все используемые данные хранятся в одной файловой системе управления базой данных (далее СУБД).

Клиент-серверный вариант рассчитан на обслуживание больших рабочих групп. Данный подход базируется на более надёжной трёхуровневой архитектуре [2]. Такая архитектура подразумевает использование трёх отдельных, взаимодействующих между собой компонентов (рис. 1):

- клиентского приложения;
- сервера или кластера серверов 1С: Предприятие;
- сервера базы данных (далее БД).

Сервер 1С представляет собой программное средство, работающее в клиент-серверном режиме с базой данных 1С [3]. Непосредственно взаимодействие происходит через обращение к одной из используемых СУБД (PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle DB, IBM Db2). Как правило, сервер 1С применяют крупные и средние организации, в которых доступ к БД требуется сразу большому количеству сотрудников.

Кроме того, использование сервера имеет ряд значительных преимуществ:

- все объёмные и ресурсоёмкие операции происходят на сервере, что даёт значительный прирост быстродействия клиентским приложениям;
- повышение безопасности обусловлено отсутствием у пользователей непосредственного доступа к серверу;

- более гибкое администрирование.

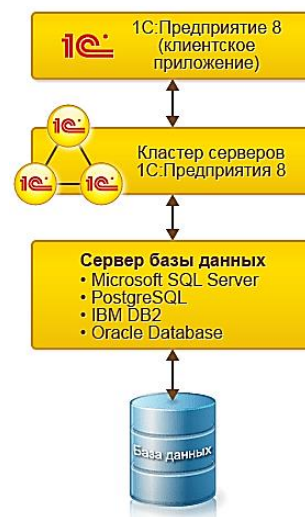


Рисунок 1 – Архитектура клиент-серверной версии 1С [2]

В физическом представлении кластер серверов 1С и сервер БД, как правило, располагаются на разных компьютерах, что позволяет балансировать и распределять входящую нагрузку. В классическом представлении кластер состоит из нескольких персональных компьютеров (рабочих серверов), на каждом из которых функционирует несколько обслуживающих процессов (рис. 2).

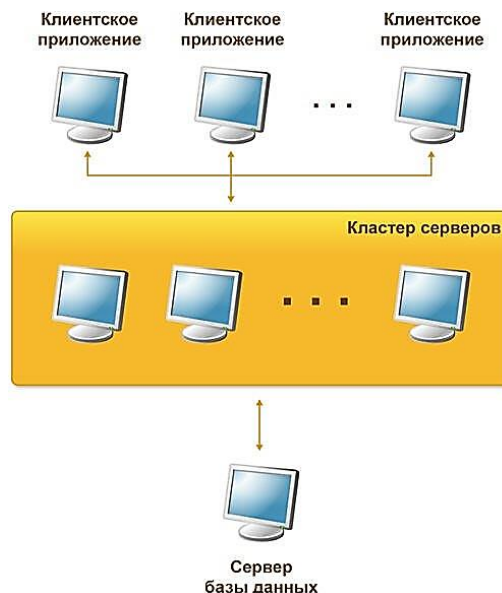


Рисунок 2 – Клиент-серверная схема работы 1С [2]

Количество рабочих станций в кластере может достигать нескольких десятков. При этом на каждом таком компьютере должен быть установлен и определённым образом сконфигурирован продукт 1С. Поэтому для автоматизации развертывания 1С сервера сразу на нескольких станциях или запуска нескольких версий сервера на одном физическом компьютере

применяется ряд DevOps-практик, например, контейнерная виртуализация.

### Виртуализация и контейнеры

Контейнерная виртуализация или контейнеризация – это технология программной (на уровне операционной системы) виртуализации, которая позволяет создавать ряд изолированных единиц пользовательского пространства [4]. В сообществе разработчиков такие единицы принято называть зонами или контейнерами.

Контейнер представляет собой некоторый виртуальный диск-файл, который содержит заранее сконфигурированный определённым образом программный продукт и набор необходимых для его работы зависимостей. В качестве зависимостей могут выступать:

- исходные файлы с программным кодом;
- среда запуска приложения;
- системный инструментарий;
- статические, динамические библиотеки;
- конфигурационные файлы, скрипты и прочее.

Со стороны администратора или клиента контейнер представляется отдельной независимой операционной системой, которая использует ядра и ресурсы основной (хост) операционной системы. Работа приложений в контейнере подобна прямому взаимодействию с хост-системой, при этом обеспечивается полная изолированность содержимого зоны (рис. 3). Это даёт возможность гарантировать отсутствие воздействия друг на друга приложений из разных контейнеров.

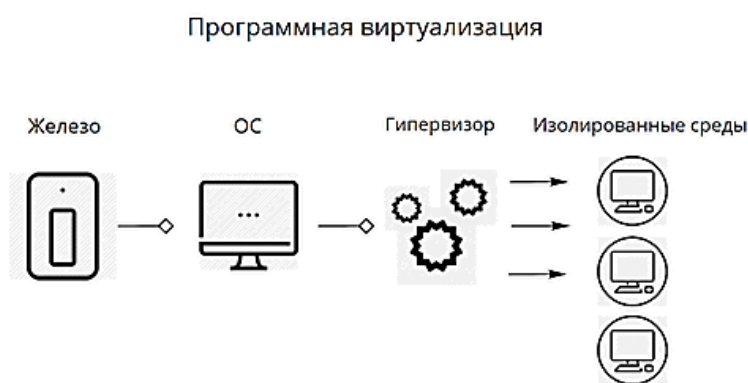


Рисунок 3 – Концепция программной виртуализации

Таким образом, контейнеризация организует собственное виртуальное окружение со своей областью процессов, потоков и стеком вызовов, что делает контейнер аналогом виртуальной машины. При этом в отличие от аппаратной виртуализации создаваемый образ избегает необходимости в эмуляции виртуального оборудования.

Кроме того, подход с использованием контейнеризации обеспечивает ряд преимуществ:

- Легковесность: образы контейнеров занимают немного пространства на диске.
- Высокая скорость работы за счёт отсутствия накладных расходов на эмуляцию аппаратного окружения.
- Изолированность: отделение от общей инфраструктуры системы позволяет безопасно вносить изменения и совершать обновление продукта.
- Независимость от аппаратного обеспечения.
- Инкапсуляция: всё необходимое для корректной работы приложения уже упаковано в образ.

- Переиспользование: подготовленные образы можно использовать множество раз на различном оборудовании.

- К недостаткам контейнерной виртуализации относят:

- Трудности при менеджменте: каждый образ управляется отдельно, из-за чего при работе с большим количеством зон приходится использовать специализированные инструменты – оркестраторы.

- Привязка к архитектуре управляющей операционной системы: при создании контейнера требуется указать конкретное семейство операционных систем, на которых будет запускаться образ.

Собранный контейнер управляется посредством специализированных контейнерных движков.

Контейнерный движок – это отдельное программное средство, отвечающее за получение и запуск контейнеров, а также организующее взаимодействие с пользователем посредством API-запросов. Наиболее популярными являются движки LXC и OpenVZ, реже используются Solaris Containers, RKT, Railcar.

OpenVZ представляет виртуализацию уровня ядра ОС Linux. Данная среда позволяет

запускать несколько копий ОС на одном сервере за счёт организации так называемых «виртуальных частных сред выполнения».

LXC – система изолированного запуска нескольких экземпляров ОС Linux на одном внутреннем узле. Технология основана на использовании Linux cgroups и, как правило, применяется при разработке PaaS-хостингов и создании изолированных динамических образов (dynos).

OpenVZ и LXC используются при необходимости создания практически полноценных экземпляров ОС, однако на их основе разработаны платформы, специализирующиеся на изоляции отдельных сервисов с минимальным операционным окружением. Одной из таких платформ является Docker.

### Docker

Docker представляет собой контейнеризатор приложений, который позволяет автоматизировать модерирование и развёртывание виртуальных образ-контейнеров [5]. С помощью Docker можно скачивать, создавать, настраивать, запускать контейнеры, управлять их жизненным циклом и прочее. Ранее Docker был доступен только на операционных системах семейства Linux, но с появлением технологии WSL стал полноценно использоваться и в Windows.

Docker-система включает в себя ряд компонентов:

- Docker-host. Устройство, на котором запускается Docker. Хостом может выступать как физическая рабочая станция, так и виртуальная машина.

- Docker-daemon. Процесс, ожидающий команды системы и работающий в фоновом режиме. Этот демон отвечает за все действия, связанные с управлением контейнером. Кроме того, в нём хранится вся информация о контейнерах, загруженных в систему.

- Docker-client. Клиентское приложение, через которое администратор системы взаимодействует с docker-daemon. Поддерживается несколько вариантов интерфейса: API, консольный ввод или полноценное приложение с графическим интерфейсом.

- Docker-image. Сформированный образ, в который помещается набор файлов-зависимостей, необходимых для работы приложения. Из него впоследствии разворачивается контейнер.

- Docker-container. Развёрнутое на основе docker-image и запущенное в изолированной среде приложение.

- Docker-registry. Репозиторий (например, DockerHub), на который загружаются готовые образы (docker-image).

- Dockerfile. Файл-конфигуратор, который содержит «инструкцию» по сборке образа,

записанную в декларативном стиле. В файле построчно перечислены все программы, файлы, зависимости и выполняемые команды, которые нужны при построении образа.

Работа с Docker осуществляется с помощью нескольких команд, которые обрабатывает docker-daemon:

- Docker pull – инициирует скачивание docker-image из docker-registry.

- Docker build – запускает чтение dockerfile и сборку образа.

- Docker run – превращает собранный docker-image в контейнер и запускает его. Если возникает необходимость развернуть целый технологический стек, где каждый компонент представлен отдельным контейнером, принято использовать Docker compose.

Docker compose – это инструмент, позволяющий автоматизировать одновременное управление несколькими контейнерами, которые должны входить в состав единого приложения [6]. Определение, настройка и описание взаимодействия сервисов-компонентов происходит в отдельном файле docker-compose.yml.

Команда docker-compose up собирает все контейнеры-компоненты вместе в изолированной среде и запускает развёрнутое составное приложение. При разработке более сложных, масштабируемых систем, как правило, возможностей docker compose уже не хватает. В таком случае приходится использовать более мощный инструмент оркестровки контейнеров – Kubernetes.

### Создание и запуск Docker-контейнера с сервером 1С

При создании контейнера для развёртывания сервера 1С необходимо иметь:

- msi установщик платформы 1С: Предприятие 8 – 1СEnterprise 83.msi;

- установщик СУБД Microsoft SQL Server – mssqlcli.msi;

- dockerfile с описанием конфигурации – dockerfile;

- powershell скрипт для запуска служб 1С – Wait-Service.ps1;

- powershell скрипт для установки и настройки системы в целом – startup.ps1.

Для начала необходимо расположить все файлы в одной директории. Там же создаётся dockerfile со следующим содержимым:

```
FROM microsoft/windowsservercore.  
SHELL ["powershell", "-  
Command", "$ErrorActionPrefer-  
ence = 'Stop'; $ProgressPreference = 'Silently-  
Continue';"]  
WORKDIR /  
COPY startup.ps1 Wait-  
Service.ps1 1cEnt.zip mssqlcli.msi ./
```

```
RUN .\startup.ps1; powershell.exe -
Command Remove-Item startup.ps1 -Force
CMD .\Wait-Service.ps1 -
ServiceName 'IC:Enterprise 8.3 Server Agent' -AllowServiceRestart
```

Строка FROM microsoft/windowsservercore указывает основной дистрибутив, на основе которого будет функционировать внутреннее содержимое контейнера. В данном случае это Windows Server Core.

Команда WORKDIR / отвечает за установку рабочего каталога. После этого происходит копирование установочных файлов в рабочую директорию: COPY startup.ps1 Wait-Service.ps1 IcEnt.zip mssqlncli.msi /. После чего командой RUN запускается выполнение установочного скрипта statup.ps1. Этот файл содержит следующий powershell-код, отвечающий за установку IC и настройку соответствующих служб:

```
msiexec /i "ICEnterprise 8.3.msi" /qr TRANSFORMS=admininstallrelog
on.mst;1049.mst DESIGNERALLCLIENTS=0
THICKCLIENT=0 THINCLIENTFILE=0
THINCLIENT=1 WEBSERVEREXT=0 SERVER=
1 CONFREPOSSERVER=0 CONVERTER77=0
SERVERCLIENT=0 LANGUAGES=RU
Remove-Item c:\mssqlncli.msi -Force
sc.exe config "IC:Enterprise 8.3 Server Agent" depend= "/"
```

В последней строке dockerfile записывается команда, вызываемая после запуска контейнера: .\Wait-Service.ps1 -ServiceName 'IC:Enterprise 8.3 Server Agent' -AllowServiceRestart.

После того, как dockerfile полностью сконфигурирован, из текущего каталога запускается команда для построения образа: docker build. Когда построение образа завершено, необходимо проверить его работоспособность. С помощью команды docker container ls возможно узнать id образа (рис. 4).

REPOSITORY	TAG	IMAGE ID	CREATED	SIZE
peoples/1c-windows	latest	aac100b82a18	1 days ago	10.2GB

Рисунок 4 – Список docker-образов в системе

Запустить docker-image можно следующим образом: docker run -d -p 1541:1541 -p 1540:1540 -p 1560-1591:1560-1591 <ID\_DOCKER\_IMAGE>.

Полученный docker-image доступен для распространения (через docker-registry или любым другим способом) на рабочие станции предприятия. С его помощью можно автоматически развёртывать систему командой docker run. Запуск, остановка или перезапуск контейнера с сервером IC происходит через: docker container start/stop/restart <CONTAINER\_ID>.

### Заключение

Таким образом, автоматизация хозяйственной деятельности большинства предприятий России и стран СНГ уже не представляется возможной без использования ряда программных продуктов фирмы IC. Клиент-серверный режим работы с платформой является наиболее предпочтительным, безопасным и эффективным вариантом для внедрения в средних и крупных организациях.

Благодаря созданию изолированных образов, инструмент контейнерной виртуализации Docker позволяет организовать автоматическое развёртывание сервера IC на нескольких физических, виртуальных, облачных станциях или же настроить работу нескольких независимых версий платформы IC: Предприятие 8 на одном локальном устройстве.

### Литература

1. Корниенко Д.В. Реализация ведения управленческого учета в IC:ERP Управление предприятием 2: учебно-методическое пособие. – Елец : ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2020. – 88 с.
2. IC: Предприятие 8 Система Программ [Электронный ресурс]. – URL: <https://v8.1c.ru/> (дата обращения: 28.08.2021).
3. Хрусталева Е. Ю. Технологии интеграции IC:Предприятия 8.3 / Е. Ю. Хрусталева. – Москва : ООО «1С-Пабблишинг», 2020. – 320 с.
4. Мельников М. О. Создание и настройка облачного хранилища на базе сервера Nextcloud с помощью средства контейнерной виртуализации Docker / М. О. Мельников, Е.И. Романов // Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии: материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А. А. Шестакова, Елец, 16–17 сентября 2020 года / Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. – Елец : Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2020. – С. 268-272.
5. Милл И. Docker на практике / И. Милл, Э. Хобсон Сейерс . – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 516 с.
6. Моуэт Э. Использование Docker / Э. Моуэт. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 354 с.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА И ПОВЫШЕНИЕ ЕГО ПОТЕНЦИАЛА В СТРАНАХ-ЧЛЕНАХ ЕАЭС

Е.А. Боркова<sup>1</sup>, Л.В. Ватлина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А;*

<sup>2</sup>*Сибирский университет потребительской кооперации.  
Россия, 630087, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 26.*

В статье рассмотрены особенности политики устойчивого развития стран Евразийского союза на современном этапе его существования. Показано, что после того, как фаза восстановления от потрясений пандемии Covid-19 в целом пройдена, в мире и государствах – участниках ЕАЭС начинается новый инвестиционный цикл, способный дать импульс к увеличению долгосрочных темпов роста экономик. Люди, бизнес и государства адаптируются к вызовам, и очередные вспышки коронавируса все в меньшей степени влияют на прогнозы аналитиков. Кризис, вызванный Covid-19, ускорил трансформацию мировой экономики, но сам по себе не стал причиной новых трендов.

*Ключевые слова.* Устойчивое развитие, экономический рост, ЕАЭС, пандемия Covid-19.

### ENSURING THE SUSTAINABILITY OF ECONOMIC GROWTH AND INCREASING ITS POTENTIAL IN THE EAEU MEMBER COUNTRIES

E.A. Borkova, L.V. Vatlina

*St. Petersburg State University of Economics,*

*Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboedov Canal, d. 30-32, letter A;*

*Siberian University of Consumer Cooperation, Russia, 630087, Novosibirsk, pr. Karl Marx, 26.*

The article considers the peculiarities of the policy of sustainable development of the countries of the Eurasian Union at the present stage of its existence. It is shown that after the recovery phase from the shocks of the Covid-19 pandemic as a whole has passed, a new in-investment cycle begins in the world and the EAEU member states, which can give an impetus to increasing the long-term growth rates of economies. Llu-dee, business and states are adapting to the challenges, and the next outbreaks of coronavirus are less and less affecting analysts' forecasts. The crisis caused by Covid-19 accelerated the transformation of the global economy, but in itself did not cause new trends.

*Keywords.* Sustainable development, economic growth, EAEU, Covid-19 pandemic.

Пандемия Covid-19 внесла серьезные коррективы в логику мирового развития [6]. По мере того, как мировая экономика пытается восстановиться после экономического паралича пандемии, есть шанс переосмыслить модель государственного управления, противостоять взаимодействующим потрясениям и кризисам и основываться на новом консенсусе о балансе между государством, рынком, обществом и окружающей средой, который получил отражение в концепции устойчивого развития [4, 10].

Развернувшийся из-за пандемии экономический кризис имеет сложный генезис и обусловлен, прежде всего, сменой технологического и в целом – мирохозяйственного

уклада [1]. Причем эти эффекты возникли не сегодня, пандемия Covid-19 лишь ускорила негативные процессы, предпосылки для которых закладывались ранее из-за постепенного накопления проблем и диспропорций [8].

Несмотря на пандемию, и сегодня мировая экономика продолжает расширяться, однако темпы роста замедляются. Наиболее активная фаза восстановления, по нашим оценкам, завершилась, что определяет постепенное снижение темпов роста деловой активности к более сбалансированным уровням. К этому добавляются усиливающиеся задержки поставок, нехватка комплектующих для многих отраслей промышленности и очередные волны пандемии

<sup>1</sup>*Елена Аркадьевна Боркова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры общей экономической теории и истории экономической мысли, e-mail: e.borkova@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Лина Владиславовна Ватлина – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры теоретической и прикладной экономики, e-mail: [yatlina01@mail.ru](mailto:yatlina01@mail.ru)*

В последние месяцы наблюдается стремительное ралли в ценах на энергоресурсы. Биржевые котировки природного газа в Европе в октябре прошлого года превысили 1 тыс. долл. за тыс. куб. м. Снизившись впоследствии, они тем не менее остаются на исторически высоких уровнях. Во многом это – результат сильного роста спроса в условиях холодной зимы и жаркого лета, а также недостаточной генерации энергии за счет ветра в Европе в этом году с учетом возросшей доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

На фоне роста цен на газ дорожают уголь и нефть – последняя достигла уровней цен 2014 г. Повышение стоимости энергоносителей ведет к росту цен на металлы, а на ценах продовольствия сказываются опасения относительно урожая. Давят на цены и задержки поставок – индикаторы PMI указывают на продолжавшееся удлинение сроков поставок.

Все эти общеэкономические факторы в совокупности оказывают давление на темпы и потенциал экономического роста в странах ЕАЭС. Следует отметить, что в условиях Covid-19 государства предприняли беспрецедентную по своему объему поддержку населению и бизнесу. Например, США направили на эти цели около 6 трлн долларов (<https://interaffairs.ru/jauthor/material/2581>). Значительные объемы помощи были предоставлены и в других странах. Они стали предпосылкой ускорения инфляции.

В этих условиях всё чаще происходит анализ с позиций необходимости хотя бы частичного отхода от принятых моделей роста [2, 3, 5]. Так, например, Европейская комиссия утвердила программу «Next Generation EU», которая составляет 6% ВВП ЕС. Программа будет нацелена на переход к «зеленой», цифровой, более устойчивой экономической модели, а 13 января комиссия утвердила ежегодную рабочую программу инициативы «Creative Europe» на 2022 год (<https://euneighbourseast.eu/ru/news-and-stories/latest-news/prinyat-byudzhet-creative-europe-na-2022-god-v-fevrale-budet-obyavleno-o-pervyh-grantah>). По сравнению с прошлым годом, годовой бюджет увеличится на 100 млн евро – до 385,6 млн евро. Новая программа Creative Europe усилит поддержку культурного и творческого секторов с учетом пандемии и растущей глобальной конкуренции.

Государства – участники ЕАЭС постепенно адаптируются к функционированию в условиях пандемии и постпандемической реальности. Глава Правительства РФ убежден что «экономика ЕАЭС восстанавливается благодаря совместным действиям...», что рынок Евразийского экономического союза может и должен функционировать как самодостаточный» (цит. по: <https://rg.ru/2021/08/23/mishustin-ekonomika-eaes-vosstanavlivaetsia-blagodaria-sovmestnym-dejstviyam.html>). Многие аналитики ожидают повышения экономической активности в макрорегионе ЕАЭС в форме роста ВВП на уровне 2,9% (рис. 1).

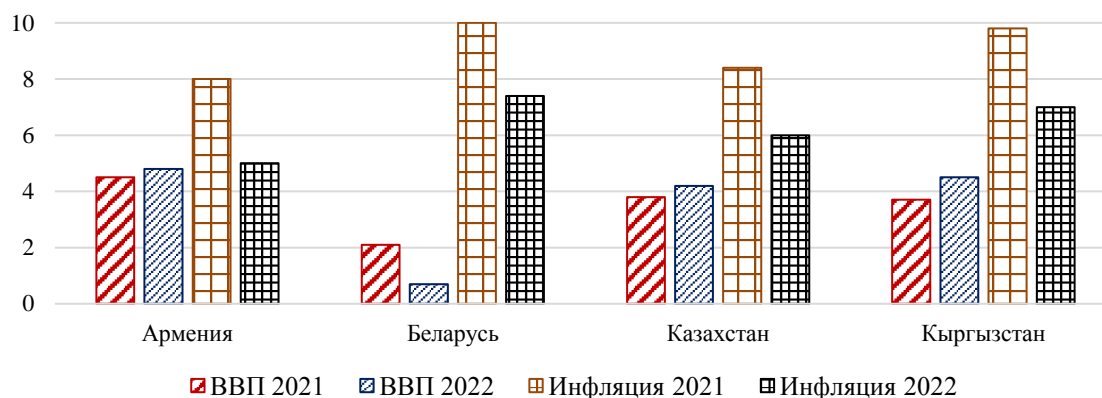


Рисунок 1 – Основные макроэкономические показатели государств членов ЕАЭС, кроме России<sup>5</sup> (ВВП, инфляция — % год к году, 2022 год прогнозный).

- Кризис, вызванный Covid-19, по-разному повлиял на экономические показатели членов ЕАЭС в зависимости от интенсивности пандемии в том или ином регионе. Важным драйвером роста при этом может стать применяемые

меры государств по поддержке инвестиций в следующие области:

- Цифровизация всех сфер жизнедеятельности, от инфраструктуры до медицины. В последнее время оцифровка основных сфер

<sup>5</sup> Источники: <https://eabr.org/press/releases/eabr-prognoziruet-rost-agregirovannogo-vvp-gosudarstv-uchastnikov-banka-na-2-9-v-2022-godu>; <https://eec.eaunion.org/upload/medialibrary/a21/Monitoring-inflyatsii-EAES-1-kv-2021.pdf>.



деятельности резко ускоряется. Руководители крупнейших компаний всего мира признали, что пандемия заставила их ускорить цифровую трансформацию бизнеса.

- «Зеленая» экономика получила новый импульс к развитию – ESG вошла в корпоративные, потребительские и финансовые стратегии. ESG-активы по итогам 2020 г. превысили 35 трлн долл. и могут перевалить за 50 трлн долл. к 2025 г. [11]

- Проблема социального и цифрового неравенства становится все острее. В высокоразвитых странах интернетом пользуется более 87% населения, в странах с низким уровнем дохода – менее 17%. 30% молодежи, по данным Всемирного экономического форума, не хватает технологий для участия в дистанционном обучении. Последствия пандемии могут усугубить тенденцию замедления роста производительности труда: доступ к технологиям неравный, мобильность трудовых ресурсов сократилась, долговая нагрузка растет, производственные цепочки нарушены.

Многие аналитики сегодня выделяют важный тренд, который возник вследствие влияния пандемии – это глобальная инфляция активов. Причиной роста цен стали масштабные влияния в рамках стимулирующей политики

государств. Как следствие, сегодня можно наблюдать регулярные всплески цен по отдельным активам (например, цены на газ и другие энергоресурсы в Европе).

Проблема инфляции не обходит стороной и государства – участники ЕАЭС. Так, в России инфляция в октябре подскочила до 8,1% г/г, в Казахстане и Армении – до 8,9% г/г и 9,1% г/г, соответственно, а в Беларуси – до 10,5% г/г. В таблице 1 приведены данные о инфляции по государствам-членам ЕАЭС.

Также в России отмечают самые высокие затраты времени и денежных средств при осуществлении трансграничной торговли. Оценки показывают, что, если бы Россия и другие страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС) сократили затраты времени на осуществление торговых операций, это оказало бы сильное влияние на объемы торговли с другими странами-членами ЕАЭС. Поскольку ЕАЭС не является торговым блоком, тесно интегрированным в глобальном масштабе, влияние на торговлю оказывается гораздо более сильным при наличии сопутствующих эффектов с точки зрения сокращения издержек при осуществлении торговли с третьими странами.

Таблица 1 – **Инфляция** (прирост в % к соответствующему месяцу предыдущего года)

	Армения	Беларусь	Казахстан	Кыргызстан	Россия	Расчетное значение*
Декабрь 2019	0,7	4,7	5,4	3,1	3,0	5,7
Декабрь 2020	3,7	7,4	7,5	9,7	4,9	8,7
Январь 2021	4,5	7,7	7,4	10,1	5,2	9,5
Февраль 2021	5,3	8,7	7,4	10,6	5,7	10,3
Март 2021	5,8	8,5	7,0	10,2	5,8	10,8

\* в соответствии со статьей 63 Договора о ЕАЭС от 29 мая 2014 года количественное значение уровня годовой инфляции в декабре (расчетное значение) вычисляется как минимальный уровень инфляции в ЕАЭС, увеличенный на 5 процентных пунктов.

Больше всего страдают от кризиса работники неформального сектора и трудовые мигранты. В период с июня 2019 года по июнь 2020 года занятость в неформальном секторе сократилась на 1,9 млн рабочих мест, в результате за этот период доля неформальной занятости уменьшилась с 21,5% до 19,4%. Сравнение этой цифры с данными о сокращении общего количества рабочих мест позволяет предположить, что самый сильный удар коронакризис нанес по работникам неформального сектора.

Численность безработных, зарегистрированных в службах занятости населения государств Евразийского экономического союза, по состоянию на конец ноября 2021 года составила 1,1 млн человек и сократилась на 68,1% по сравнению с аналогичной датой прошлого года. Таким образом, количество безработных составляет 1,2% от численности рабочей силы. В

прошлом году этот показатель составлял 3,8% (см.: <https://eurasia.expert/bezrobotitsa-v-eaes-pochti-vyshla-na-dokovidnyy-uroven>). По последним имеющимся данным, в соответствии с методологией Международной организации труда, за I квартал 2021 г. уровень безработицы в среднем по ЕАЭС составил 5,6% численности рабочей силы: в Армении – 17,0%, в Беларуси – 4,0%, в Казахстане – 4,9%, в Кыргызстане – 5,8%, в России – 5,6%.

Работая без трудовых договоров и осуществляя, преимущественно, те виды деятельности, которые невозможно перевести на удаленный режим, работники неформального сектора больше других пострадали в период самоизоляции, которая сделала их еще более уязвимыми. Особенно тяжело приходится трудовым мигрантам, которые, как правило, работают в

отраслях, наиболее пострадавших от пандемии (строительство, розничная торговля и индустрия гостеприимства), и не имеют официальных трудовых договоров.

Российские власти приняли ряд мер, предусматривающих отсрочку или приостановку срока действия виз/разрешений на работу для трудовых мигрантов, что позволяет, по крайней мере, некоторым из них продолжать работать в своих или других отраслях.

Ожидается что массовая вакцинация, которая продолжится и в 2022 году, выведет экономику стран-членов ЕАЭС на путь устойчивого восстановления и сокращения бедности, но при этом риски все же высоки. Резкий рост числа новых случаев заражения может привести к повторному введению жестких ограничительных мер, что окажет негативное воздействие на внутренний спрос. Являясь, по сути, обстоятельством непреодолимой силы, пандемия формирует глобальный кризис, имеющий ряд ключевых особенностей:

1. Скорость и синхронность воздействия. Вирус оказывает влияние синхронно на все государства мира с высокой скоростью.

2. Применение жестких мер. Применение ограничительных мер воздействует на уровень деловой активности, следствием чего снижается ВВП.

3. Системность влияния. Пандемия имеет системное воздействие на все стороны человеческой жизни.

4. «Взрывная» цифровизация всех сфер жизни общества, как на бытовом, так и на государственном уровне.

Сегодня уже нельзя отрицать тот факт, что сильным направлением, которое, как показал кризис, открывает возможности для ускоренного восстановления российской экономики, является цифровизация, и Россия добилась большого прогресса на этом пути [7, 9]. По данным Bloomberg, 84% работодателей настроены на быструю цифровизацию процессов, а 80% ускорили цифровую трансформацию (рис. 2).

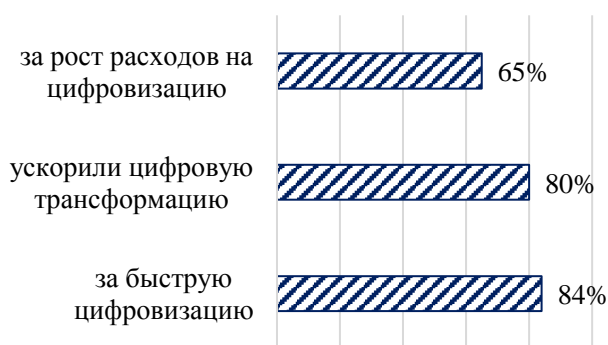


Рисунок 2 – Цифровизация в бизнесе (по данным Bloomberg)

Кроме того, цифровизация оказывает положительный и статистически значимый эффект влияния на увеличение внешней торговли, способствуя достижению «бесшовности» транспортных маршрутов.

До пандемии движущими силами «тектонических сдвигов» в глобальной экономике были мега-тренды движения в сторону автоматизации, концентрация рыночной власти в некоторых отраслях (например, на цифровых рынках и платформах), расширение масштабов рещоринга (возвращения производства из-за рубежа) и регионализации производственно-сбытовых цепочек, экономический протекционизм и поляризация отношений между США и Китаем, а также переход к цифровизации. Пандемия усилила и ускорила эти изменения.

Этот переворот привел к переосмыслению характера глобальных цепочек создания добавленной стоимости (ГЦС), поскольку некоторые компании признали риски, связанные с зависимостью от небольшого количества рынков, а передовые страны стремятся выстроить более устойчивые производственно-сбытовые цепочки путем возвращения производства из-за рубежа или размещения его в близлежащей стране в своем регионе (ниашоринг). Сокращение издержек ведения торговли, связанных с нетарифными барьерами, будет способствовать углублению интеграции России в региональные и глобальные ГЦС.

Взаимная торговля товарами между странами ЕАЭС в 2021 г. выросла на 31,3% г/г. Динамика торговли определялась особенностями пандемийного года: эффектом низкой базы предыдущего периода. В 2020 г. наибольший спад произошел в апреле и мае, когда месячный объем взаимной торговли снизился до 3,5 – 4 млрд долл. при среднем значении до пандемии около 5 млрд долл. Сокращение в остальные месяцы прошлого года не было столь сильным. В целом за 2020 г. торговля упала на 10,7%. Учитывая сильный спад в апреле – мае, накопленные темпы роста в 2021 г. достигли максимального уровня в мае (33,2%).

Географическая структура взаимной торговли в ЕАЭС в 2021 г. изменилась в пользу России и Казахстана. Благодаря более высоким темпам роста экспорта на внутренний рынок удельный вес данных стран во взаимной торговле вырос на 1,1 п.п. (62,8%) и 0,9 п.п. (10,8%) соответственно. Доля Беларуси снизилась на 2,1 п.п. (24,1%), доля остальных стран ЕАЭС почти не изменилась (рис. 3).

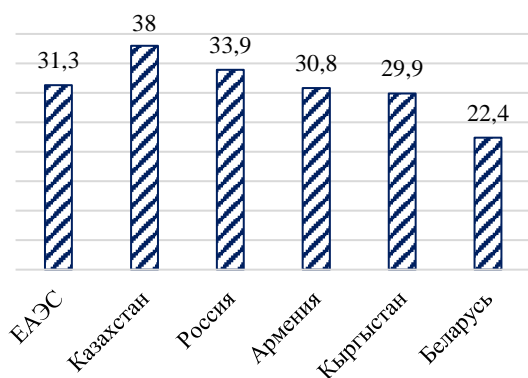


Рисунок 3 – Темпы роста взаимной торговли стран ЕАЭС в 2021 г., %  
(составлено на основе данных ЕЭК)

Взаимная торговля между Россией и Беларусью по-прежнему преобладает – 54,7%. Доля оборота взаимной торговли во внешнеторговом обороте ЕАЭС почти такая же, как и год назад: 14,6% против 14,7% за аналогичный период 2020 г. Для большинства стран ЕАЭС удельный вес взаимной торговли в общем обороте внешней торговли превышает средний уровень по ЕАЭС. Взаимная торговля имеет наибольшее значение для Беларуси и Кыргызстана. Драйвером роста взаимной торговли стали черные металлы.

Их вклад в прирост экспорта составил 16%. Экспорт черных металлов на рынки стран ЕАЭС существенно вырос из Беларуси (в 2,3 раза г/г), Казахстана (в 2,2 раза г/г) и России (на 63,7% г/г). Также значительно увеличились стоимостные объемы экспорта железной руды (Казахстан, Россия) и изделий из черных металлов (Беларусь, Россия). Во многом увеличение экспорта данных товаров было вызвано ростом мировых цен на них. В частности, стоимостной объем экспорта железной руды из Казахстана в Россию вырос в 2,5 раза, при этом рост физических объемов составил 23,7%.

Таким образом, риск пандемии и общая неустойчивость мировой экономики по-прежнему являются серьезным сдерживающим фактором для торговли и инвестиций в рамках стран ЕАЭС. В условиях пандемии и снижением деловой активности само собой напрашивается выход – это объединение усилий всех государств членов ЕАЭС и развитие сотрудничества в целом.

Евразийская интеграция облегчает ведение бизнеса на территории входящих в ЕАЭС государств. При этом, доля бизнесменов, которые считают, что наличие ЕАЭС «значительно облегчает ведение бизнеса», выше всего в Беларуси (39%) и России (35%), а ниже всего — в Армении (15%) и Кыргызстане (23%) (см.: [https://eabr.org/upload/iblock/5aa/EDB\\_Macroreview\\_November-2021.pdf](https://eabr.org/upload/iblock/5aa/EDB_Macroreview_November-2021.pdf)). Чаще всего о

поддержке со стороны ЕАЭС сообщали компании из Казахстана и России.

По нашему мнению, среди решений, принятых в рамках ЕАЭС и направленных на поддержку бизнеса, лучше всего работает снижение налоговой нагрузки, а хуже всего — введение специального режима для инвесторов из государств членов, предполагающее наличие свободного выбора использования национального режима и режима наибольшего благоприятствования в каждой стране ЕАЭС.

В начале апреля 2020 года по инициативе А. Лукашенко был проведен высший евразийский экономический совет (ВЕЭС). Выступая на совете, Президент России В. Путин заявил, что считает крайне востребованным тесное сотрудничество между государствами ЕАЭС, особо подчеркнув, что методы борьбы с пандемией должны быть разумными и пропорциональными и не приводить к разрыву наработанных десятилетиями кооперационных связей.

Мы солидарны с такими оценками и полагаем, что сохранение положительных темпов роста и даже его ускорения в ЕАЭС не только желательны, но и вполне достижимы, но для этого необходима более тесная интеграция между странами-участницами Союза.

### Литература

1. Бодрунов С.Д. Новое индустриальное общество. Производство. Экономика. Институты // Экономическое возрождение России. 2016. № 2 (48). С. 5-14.
2. Боркова Е.А. Политика устойчивого развития и управление "зеленым" ростом // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. № 1 (121). С. 16-22.
3. Вертакова Ю.В., Плотникова Н.А., Плотников В.А. Промышленная политика России: направленность и инструментарий // Экономическое возрождение России. 2017. № 3 (53). С. 49-56.
4. Казанцева А.Н. Вопросы разработки и реализации государственной политики в сфере производства и обращения экологически чистой продукции // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2018. № 2 (36). С. 16-20.
5. Макарова И.В., Лепеш Г.В., Угольников О.Д. Промышленная политика индустриально развитых регионов РФ: новая реальность // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. № 6 (126). С. 42-47.
6. Максимцев И.А., Межевич Н.М. Мировая экономика после шока первого полугодия 2020 года: старые проблемы в новых условиях // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. № 3 (123). С. 22-27.
7. Овечкина А.И., Петрова Н.П. К вопросу о цифровой трансформации российской экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. № 2 (128). С. 57-62.

8. Плотников В.А., Вертакова Ю.В. Последствия современных экономических трансформаций и пути преодоления финансового кризиса в России // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2010. № 6. С. 71-78.
9. Руденко М.Н., Грибанов Ю.И. Тенденции цифровизации и сервисизации экономики // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2019. № 2 (40). С. 5-8.
10. Халил М.Р.А. Приоритеты государственной политики регулирования устойчивого развития и

стимулирования зеленой экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. № 1 (121). С. 176-182.

11. Borkova E., Plotnikov V., Vatlina L., Shakhnovich R. Green Investments and Environmental Management: Russia's Experience // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference (IBIMA) «Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020», 10-11 April 2019, Granada, Spain, 2019. P. 7394-7401.

УДК 338.439

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫМИ И БЕЗОПАСНЫМИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫМИ ТОВАРАМИ В ПОСТПАНДЕМИЧЕСКИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

А.А. Алиева<sup>1</sup>, Е.А. Суздалева<sup>2</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А.*

В статье рассматриваются проблемы, связанные с экономикой возникшие в постпандемический период в России и других странах. Показан спад экономики за последние 2 года. Рассматриваются вопросы снижения качества товаров, связанные с развивающимся у населения покупками через интернет ресурсы. В статье показаны результаты экспертизы черного чая по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Так как чай является одним из самых потребляемых продуктов, в статье раскрыты его полезные свойства. По результатам видно, что качество продукта падает, увеличиваются способы фальсификации.

*Ключевые слова:* пандемия, экономика, торговля, экспертиза, органолептическая, физико-химическая и микробиологическая экспертиза, безопасность.

### **PROVIDING THE POPULATION WITH HIGH-QUALITY AND SAFE FOOD PRODUCTS IN POST-PANDEMIC SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS.**

A.K. Alieva, E.A. Suzdaleva

*St. Petersburg State University of Economics,*

*Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboedov Canal, d. 30-32, letter A.*

The article discusses the problems related to the economy that arose in the post-Tandem period in Russia and other countries. The decline of the economy over the past 2 years is shown. The issues of reducing the quality of goods related to the population's developing purchases through Internet resources are considered. The article shows the results of the examination of black tea on organoleptic, physico-chemical and microbiological indicators. Since tea is one of the most consumed products, the article reveals its beneficial properties. The results show that the quality of the product is falling, the methods of falsification are increasing.

*Keywords:* pandemic, economy, trade, expertise, organoleptic, physico-chemical and microbiological expertise, safety.

Пандемия 2019-2021 года сильно ударила по экономике всех стран. Не удалось остаться в стороне и России. В период с 2019 по 2021 ВВП упал на 12%, возросло число безработных, сильно пострадал малый и средний бизнес.

Большой урон потерпел сектор потребительского спроса (продажи и услуги), на котором последние годы был основан рост российской экономики. Вместе с этим, в связи с ограничениями, происходит снижение оборота

<sup>1</sup>Алиева Айзанат Кадыровна – доктор биологических наук, профессор кафедры торгового дела и товароведения, тел.: +7 (921) 953-85-76, e-mail: [aaizanat@mail.ru](mailto:aaizanat@mail.ru);

<sup>2</sup>Суздалева Евгения Александровна- студентка группы ТВ-1901, тел. +7 (981) 350-22-86, e-mail: [suzdalevaevgenia89@gmail.com](mailto:suzdalevaevgenia89@gmail.com).

розничной торговли (упадок примерно на 23%). Происходит падение рубля и рост цен на нефть.

Негативно сказывается и «торговая война» США и Китая. ВТО ухудшила прогнозы роста мировой торговли с 2,6% до 1,2%. Так как много сырья к нам поставляется из Китая, есть риск, что качество этого сырья будет снижаться.

Из-за острой пандемической ситуации в поведении потребителей выявились новые тенденции, такие как потребность и обеспечение онлайн-продаж, их безопасности, а также, чувствительность потребителей к сервису и ответственности сетей на фоне сложившейся обстановки. 2020 год заставил потребителей чаще задумываться о здоровье, поэтому в такой непростой обстановке они нуждаются в том, чтобы их обеспечили безопасными товарами. Это связано с нестабильным финансовым состоянием потребителей, которые стали чаще смотреть на цены, предпочитать локальные бренды и магазины у дома. Перед бизнесом стоит задача – как в таких условиях не испортить качество товара и обезопасить его при этом сэкономить на производстве, тогда как потребитель намного чувствительнее стал относиться к качеству и безопасности товаров, которые он потребляет.

Какие шаги для обеспечения граждан безопасными товарами делает правительство Российской Федерации? 21 января 2020 года был подписан указ об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации в новой редакции (последняя версия действовала с 2010 года). Основные поправки, внесенные в Доктрину:

1. Установлены новые пороговые значения по производству для внутреннего потребления некоторых категорий продуктов. Вместо 80% сахара для российского рынка должно производиться не менее 90%, а также не менее 85% рыбной продукции (вместо 80%).

2. Показатель «продовольственная независимость» будет оцениваться исходя из уровня обеспечения себя той или иной продукцией, а не доли отечественного производства в общем объеме потребления.

Помимо этого, государство разрабатывает активные методы помощи бизнесу, чтобы тот мог обеспечивать граждан безопасной продукцией.

Для этого государство сделало налоговые послабления, запустило постоянную работу комиссии по вопросам поддержки малого и среднего бизнеса. Главная задача комиссии – помочь малому и среднему бизнесу, обсуждение проблем с предпринимателями и выдвижение предложений по их решению. Также Правительство РФ утвердило правило по предоставлению субсидий малому и среднему бизнесу, пострадавшему от ограничений, подняло авансы по госконтрактам. Создана программа льготного кредитования бизнеса со ставкой 2%, после чего Правительство приняло решения выплачивать банкам, присоединившимся к программе, по 5,7 млрд рублей на возмещение недополученных доходов.

Все эти меры помогут рынку оставаться на привычном уровне. Чем больше мер предпринимает государство для помощи бизнесу, тем лучше его благосостояние, и тем лучше качество выпускаемой продукции. В условиях, когда очень сложно сохранить бизнес, предприниматели прибегают к ухищрениям и уменьшениям затрат за счет покупки более дешевого и менее безопасного сырья. Поэтому государство обязано помогать бизнесу, чтобы граждане РФ могли не беспокоиться о своей безопасности.

Для исследования было выбрано четыре образца черного байхового чая:

1. Образец № 1 - чай черный байховый классический из специализированного магазина «Кантата»;

2. Образец № 2 – чай Richard Royal Miss Grey черный байховый;

3. Образец № 3 – чай Greenfield Rich Ceylon, черный байховый;

4. Образец № 4 – чай майский отборный черный байховый.

После исследования маркировки и внешнего вида отобранных образцов чая, была проведена органолептическая экспертиза по ГОСТ 32573-2013 Чай черный. Технические условия. Количественные показатели представлены в таблице 1.

По результатам органолептической оценки представленных образцов чая была построена диаграмма (рис.1).

Таблица 1 – Результаты органолептической оценки чая с учетом коэффициента весомости

Наименование показателя качества	Коэффициент весомости	Средний балл образцов по каждому показателю				Средний балл с учетом коэффициента весомости			
		№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4
Внешний вид настоя чая	5	5	4,3	3,3	3,6	25	21,6	16,5	18
Аромат и вкус	10	5	3,3	2,3	2,6	50	33	23	26
Цвет разваренного листа	2	4,6	3,6	3	3,6	9,2	7,2	6	7,2
Внешний вид чая	3	5	3,3	2	2,6	15	9,9	6	7,8
Итого						99,2	71,7	51,5	59

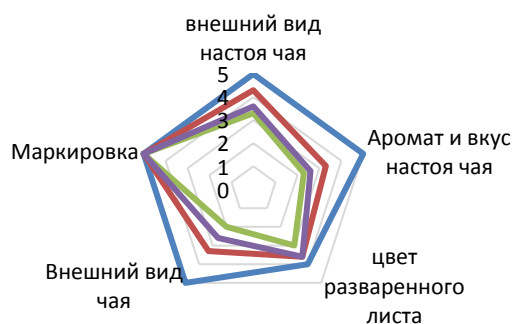


Рисунок 1 – Органолептическая оценка чая

По результатам органолептической оценки 4-х образцов чая, образец № 1 – чай черный байховый классический из специализированного магазина «Кантата» по всем

показателям качества соответствует ГОСТ32573-2013 Чай черный. Технические условия. Остальные 3 образца не соответствуют сорту указанному на упаковке. Например: на упаковке чая образца № 3 – чай Greenfield Rich Ceylon, черный байховый указан сорт «Букет», но по результатам сенсорного анализа соответствует «первому» сорту.

Из таблицы 2 видно, что информация данная на упаковке чая не соответствует результатам проведенных исследований.

Черный байховый чай по микробиологическим показателям должен соответствовать требованиям ГОСТ 10444.12-88 "Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов". Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Результаты физико-химической экспертизы чая

№ п/п	Наименование образца	Массовая доля влаги (%)	Массовая дол экстрактивных веществ	Сорт указанный производителем	Сорт по физ.-хим. показателям
1	Кантата	8,2	45	Букет	Букет
2	Richard	7,33	33,86	Высший	Первый
3	Greenfield	6,72	31,9	Букет	Первый
4	Майский	10,4	35	Высший	Первый
Нормативы ГОСТ		Не более 10	30-45	-	-

Таблица 3 – Показатели микробиологических исследований чая

Наименование продукта	Допустимые уровни по ГОСТ 10444.12-88	Показатели
Образец № 1	Плесень $1 \times 10^3$ КОЕ/гр	$1 \times 10^3$ КОЕ/гр
Образец № 2	Плесень $1 \times 10^3$ КОЕ/гр	$1 \times 10^6$ КОЕ/гр
Образец № 3	Плесень $1 \times 10^3$ КОЕ/гр	$1 \times 10^4$ КОЕ/гр
Образец № 4	Плесень $1 \times 10^3$ КОЕ/гр	$1 \times 10^2$ КОЕ/гр

Образец №1 и образец № 4 проходят по результатам исследования. Образец №1 содержит допустимый уровень плесени  $1 \times 10^3$  КОЕ/гр., это верхняя граница допустимого содержания дрожжей и плесневелых грибов.

Образец № 4 также содержит допустимый уровень содержания плесневелых грибов КОЕ/ гр., образец № 3 содержит  $1 \times 10^4$  КОЕ/гр, оба этих образца не соответствуют ГОСТ 10444.12-88 по показателям безопасности.

По результатам микробиологического исследования, проверку прошли образцы 1 и 4. Образцы 2 и 3 не прошли проверку по безопасности продукции.

Чай – один из важнейших продуктов пищевой промышленности, употребляемый всем человечеством земного шара. В настоящее время огромное количество фирм-производителей чайной продукции, а также ежедневные рекламные ролики дают возможность покупателям выбирать из предлагаемых сортов лучшие. Большинство чаев являются недорогим удовольствием и покупаются почти всем населением.

Чай один из самых распространённых в России напитков. Он хорошо снимает утомление и головную боль, повышает умственную и физическую активность, стимулирует работу головного мозга, сердца, дыхания. Чайное растение синтезирует в больших количествах катехины (чайный танин), обладающие Р-витаминной активностью, а также витамины – аскорбиновую кислоту, тиамин, рибофлавин, никотиновую, пантотеновую и фолиевую кислоты, каротиноиды. Чай являясь богатым источником минеральных веществ.

Биологически ценные вещества чая, образуя единый комплекс, благоприятно воздействуют на организм человека. Чай хорошо адсорбирует вредные вещества (тяжелые металлы, радионуклиды) и выводит их из организма. Биологические ценные вещества чая оказывают антиокислительное действие на жировой и холестеринный обмен. Чай – хороший терморегулятор тела – в холодную погоду хорошо

согревает, а в жаркую – охлаждает. Лечебные свойства чая обусловлены его антисептическим и бактерицидным действием, проявляемым при болезнях печени, желудка, почек, хрупкости капилляров.

Благодаря разнообразию содержащихся в чае веществ этот напиток хорошо действует на пищеварение и нервную систему, облегчает деятельность сердца и сосудистой системы, понижает кровяное давление и повышает жизненную энергию человека.

Несмотря на запреты, связанные с постпандемическим периодом, количество чая и его разнообразие не уменьшается, вместе с этим увеличивается разнообразие и способов его фальсификации. Самыми распространенными являются: замена высших сортов чая более низкими, смешивание элитных сортов чая с чаем низких категорий и др.

В связи с вышеизложенным для обеспечения населения качественными и безопасными продовольственными товарами в постпандемических социально-экономических условиях, организациям ответственным за

контроль качества необходимо регулярно проводить мониторинг продовольственных товаров, реализуемых в торговых сетях. Изменились требования Роспотребнадзора к условиям труда, к санитарным нормам и правилам при производстве продовольственных товаров.

### *Литература*

1. ГОСТ 1938-90 Чай черный байховый фасованный. Технические условия;
2. ГОСТ Р ИСО 9768-2011 Чай. Метод определения водорастворимых экстрактивных веществ;
3. Алиева А.К. Сенсорный анализ потребительских товаров/А.К. Алиева. - СПб: издательство СПбГЭУ, 2016г.- 60с.
4. Елизарова Л.Г., Экспертиза качества чая/ Л.Г. Елизарова. – М.: Московская высшая школа экспертизы, 2013-41с.
5. Елисеев М.Н., Поздняковский В.М. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров/М.Н. Елисеев. – М.: ИЦ «Академия», 2013. – 304с.
6. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

УДК 504.03

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ**

А.Б. Осипов<sup>1</sup>, А.В. Сергеева<sup>2</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А.*

В статье рассмотрены проблемы утилизации отходов в современной России и представлены возможные решения имеющихся с целью стимулирования деятельности промышленных предприятий в области обращения с отходами. Предложены способы по обеспечению экологичности технических систем.

*Ключевые слова:* утилизация, промышленные отходы, экологичные системы, экология, переработка, технологии.

## **ENSURING THE ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS OF TECHNICAL SYSTEMS DURING WASTE DISPOSAL**

A.B. Osipov, A.V. Sergeeva

*St. Petersburg State University of Economics,  
Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboedov Canal, d. 30-32, letter A.*

The problems of waste disposal in modern Russia and the possible solutions available to stimulate the activities of industrial enterprises in the field of waste management are presented. Methods for ensuring the environmental friendliness of technical systems.

*Keywords:* recycling, industrial waste, eco-friendly systems, ecology, recycling, technologies. St. Petersburg state University of Economics.

<sup>1</sup>Осипов Андрей Борисович – кандидат химических наук, доцент кафедры Безопасность населения и территорий от ЧС, тел.: +7(921)336-19-42, e-mail: [dr.albos@yandex.ru](mailto:dr.albos@yandex.ru);

<sup>2</sup>Сергеева Анна Викторовна – студент, тел.: +7(902)904-71-02, e-mail: [annuschkaserg@mail.ru](mailto:annuschkaserg@mail.ru)

## Введение

Одну из наиболее опасных и насущных проблем сегодня составляет вопрос утилизации и переработки отходов, как промышленных, так и бытовых. Современный мир погряз в мусорных свалках, полигонах отходов и причиной этому служит не только слабое развитие процесса переработки, но и отсутствие осведомленности граждан о его экономической эффективности. В современной России предприятия – их руководители и персонал не заинтересованы во внедрении и использовании наиболее экологичных и энергосберегающих технологий в области сокращения и утилизации производственных отходов.

Такие факторы как недостаток или отсутствие механизмов сортировки, нехватка пространства под образующиеся на производстве отходов и нежелание сделать механизм производства более экологичным представляют большую проблему для многих предприятий на пути к эффективному использованию мусора.

## Основная часть

Можно выделить несколько существующих в мире технологий переработки отходов:

1. *Метод санитарного захоронения твердых бытовых отходов* (применяются более строгие меры по ограничению захоронения).

Процесс такой технологии переработки заключается в том, что на определенной территории, выделенной под захоронение, мусор укладывается послойно в вырытое пространство. Каждый насыпаемый слой равномерно распределяется и уплотняется с помощью специальных машин. Чтобы избежать смешения загрязняющих выделений в почву, а также попадания подземных вод в зону складирования и захоронения отходов используются противофильтрационные экраны. Затем спрессованный материал засыпается слоем песка или глины, выравнивается, и вновь уплотняется.

2. *Сжигание отходов*. Мусоросжигательный завод – предприятие, использующее технологию переработки твердых бытовых отходов, посредством термического разложения в котлах или печах.

Преимуществами данной технологии являются:

- уменьшение объема отходов для захоронения примерно в 10 раз;
- производство тепло- и электроэнергии.

Создание подобных заводов сопровождается появлением других проблем. Например, в процессе сжигания мусора образуется большой объем золы, которая представляет еще большую опасность, чем сами отходы. В результате возникает необходимость поиска мест для захоронения образовавшейся золы. Помимо этого, из

сгоревшего мусора выделяются и высокотоксичные газы. Кроме того, проблему представляют и затраты на создание мусоросжигательного завода, они составляют (капитальные — от 80 до 100 тыс. долларов на тонну, сжигаемую в день, эксплуатационные расходы достигают 20 долларов за тонну).

3. *Компостирование отходов*. Этот метод основан на естественных, но ускоренных реакциях трансформации мусора при доступе кислорода в виде горячего воздуха. Проблема компостирования в нашей стране заключается, в возможности использования компоста.

4. *Пиролиз*. Пиролиз (разложение, распад) — термическое разложение любых соединений при недостатке кислорода на составляющие менее тяжёлые молекулы под действием повышения температуры. В результате пиролиза образуются пиролизный газ с высокой теплотой сгорания, жидкие продукты и твердый углеродистый остаток. Основными компонентами пиролизного газа являются водород, оксид углерода, метан. Преимущество пиролизного газа перед природным состоит в том, что в его состав не входят соединения серы и азота. К сожалению, проблема пиролизного газа подразумевает, что человек, находящийся под его воздействием не должен быть ближе чем в 3 км от пиролизной установке. Причиной, затрудняющей его хранение и транспортировку, является низкая теплопроводная способность газа [1].

В таблице 1 представлены сравнительные характеристики данных технологий с учетом экономической эффективности.

Вопросы экологической безопасности, связанной с оптимальными методами утилизации отходов волнуют сегодня многие страны в том числе и Россию. К сожалению, на сегодняшний день ситуацию с переработкой и утилизацией мусора в нашей стране можно назвать лишь неудовлетворительной или неразвитой в сравнении с рядом развитых европейских стран.

Наблюдение за практикой нескольких стран отмечает прямо пропорциональную зависимость между развитием методов утилизации отходов в стране и уровнем ее экономического развития. Так, в Японии доля перерабатываемых отходов стремится к 100 %. В ряде европейских стран доля переработки отходов превышает 60 %. Наиболее эффективным и развитым способом утилизации является переработка – ее используют в наиболее развитых странах. В более отсталых же практикуют захоронение, переработка там развита слабо. Для наглядного смотра на рисунке приведена структура обращения с отходами в странах Европы в 2020 году (рис 1).



Таблица 1 – Сравнительные характеристики технологий переработки отходов [1]

Показатели	Метод			
	захоронения	сжигания	компостирования	пиролиза
Инвестиции (млн. \$/в сутки на 100 т.)	30	33,60	38,60	23
Период строительства (в месяцах)	9 – 12	20 – 24	12 – 18	12 – 18
Площадь (м <sup>2</sup> /т)	500 – 900	60 – 100	110 – 150	110 – 150
Себестоимость (\$/т)	5 – 8	11 – 20	7 – 11	6 – 11

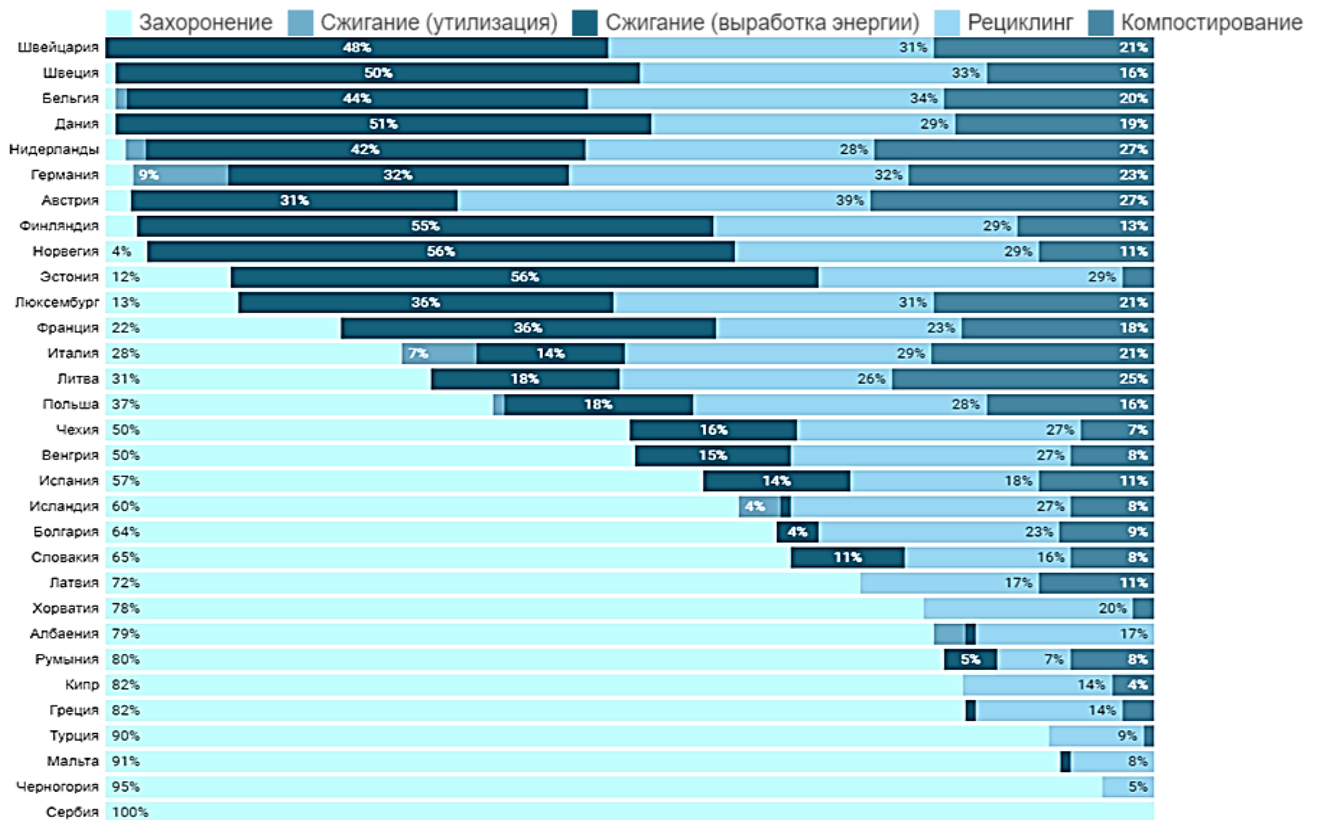


Рисунок 1 – Структура обращения с отходами в Европе в 2020 г.

Государственная политика большинства стран ориентирована на минимизацию образования и накопления отходов. Более того, развитые страны рассматривают переработку отходов как источник прибыли. Мировой рынок отходов оценивают в 320 миллиардов долларов, из которых 20 % – это импорт и экспорт [2], для многих стран именно он представляет наиболее важную часть для осуществления процесса переработки отходов. Главными игроками мирового рынка отходов считаются:

- США – Waste Management, Republic Services;
- Канада – Waste Connections;
- Франция – Veolia Environment, Derichebourg;
- Япония – Hitachi Zosen Corporation.

Так, оборот Waste Management за 2017 год составил более \$14 млрд, Republic Services –

\$9 млрд. Ведущие компании с выручкой более 1 млрд евро в основном занимаются всем процессом: от сбора и транспортировки до утилизации и производства электроэнергии, а также складированием и захоронением [3]. При этом деятельность данных компаний международная и не ограничивается страной происхождения отходов. Прибыль крупных компаний, занимающихся управлением отходов (сбор, транспортировка, переработка, утилизация), показывает индекс SGI Global Waste Management, рассчитанный банком Societe Generale и агентством Standard & Poor's (рис2).

Наиболее важную роль в мировом процессе переработки отходов играют Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Европейское агентство по охране

окружающей среды (ЕАО), Агентство США по защите окружающей среды основным направлением борьбы с ростом отходов полагают снижение количества образующихся отходов, однако единого мнения в решении поставленной задачи нет [4].



Рисунок 2 – Индекс SGI Global Waste Management

Проанализировав вышеизложенный материал, можем составить иерархию методов обращения с отходами. Её можно представить следующим образом: на первом месте идет наиболее предпочтительный вариант – вопрос сокращения, то есть снижения количества образуемых отходов, далее идет вопрос о вторичном использовании материалов, за ним следует вторичная переработка (производство новых продуктов из отходов), далее производство энергии из переработанных отходов и заключительно наименее предпочтительный метод переработки отходов – хранение и захоронение, то есть безопасное размещение на полигонах.

Так почему именно в развитых странах так развита переработка? Оценив масштабы негативного влияния методов захоронения и сжигания на экологию, подсчитав размеры огромных площадей, необходимых для захоронения отходов и объемы утерянных ресурсов, многие европейские страны пришли к выводу о том, что переработка является наиболее выгодным и оптимальным направлением политики по утилизации отходов, так как подразумевает их повторное использование. Чтобы заинтересовать граждан и владельцев предприятий в переработке образующихся отходов правительство развитых стран применяет политику поощрительных (льготное налогообложение) или ограничительных мер (штрафов) на уровне государства.

Итак, это позволяет нам подвести некоторые итоги:

- в сфере переработки стекла внедряются новые технологии;

- разрабатываются технологии сбора мусора – различные виды роботов, умных сортирующих мусорных баков и так далее;

- в США практикуется изготовление нового вида кирпичей из стекла и макулатуры. Их преимуществом является сильное сопротивление огню и воде, а также по весу на 60 % легче, а их стоимость составляет 2/3 от стоимости обычных кирпичей. В США и Канаде тестируется строительство дорог с применением отходов стекла, пластика, асфальта и камня.

Решение проблемы с электронными отходами предлагает Университет ООН.

- Предпочтительный вариант – изъятие электронных отходов у населения при участии производителей, продавцов и местной власти.

- Каждая часть изъятых оборудования – драгоценные металлы, пластмасса, батареи и пр. – разделяется и перерабатывается. Например, в компании Dell пластик из электронных отходов идет на создание моноблоков, настольных компьютеров и мониторов OptiPlex [5].

- Другие варианты: организации сами собирают и/или покупают электронные отходы. Главная задача в сфере управления – повышение доли извлекаемых ценных материалов из электронных отходов.

Теперь стоит поговорить о состоянии процесса переработки отходов в России. По данным Росприроднадзора [6] объемы промышленных и бытовых отходов, накопленных в России за период с 2006 по 2020 гг. выросли более чем вдвое (рис 3).

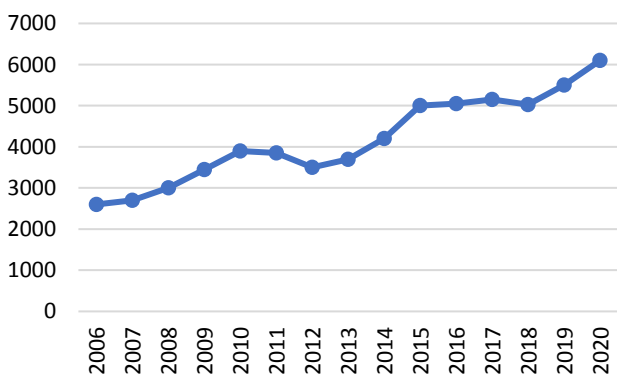


Рисунок 3 – Объёмы промышленных и бытовых отходов, накопленных в России с 2003 по 2017 годы (млн т)

Далее в таблице 2 представлены ключевые показатели переработки отходов в России. Данные составлены с учетом в основном отходов потребления, так как данные о масштабах промышленных отходов зачастую скрыты или же перерабатываются непосредственно с помощью мощностей предприятия.

На основе данных из таблицы 2 составлена гистограмма, демонстрирующая объемы отходов и их сбора по отдельности (рис4).

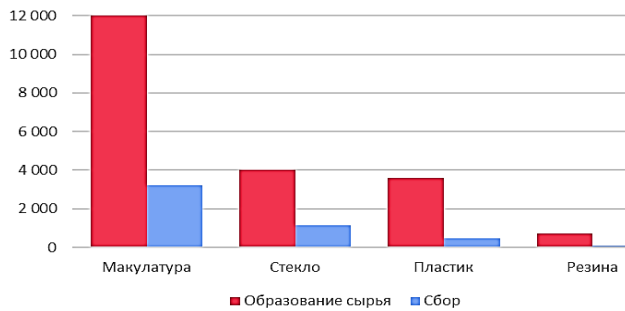


Рисунок 4 – Образование и сбор отходов в России, тыс. т, 2020

Разберем подробнее каждый из материалов для переработки, рассмотрим его характеристики и возможные варианты использования.

**Макулатура.** За год в России образуется около 15 млн т/год макулатуры, 12 млн тонн которой полностью подходит для переработки. Тем не менее, сбор и переработку проходит лишь 3–3,5 млн тонн от данного объема, то есть около 27% (данные собраны Лигой переработчиков макулатуры). Переработка ведется главным образом с получением макулатурного тарного картона.

Следующим по масштабам сегментом потребления являются санитарно-гигиенические изделия, такие как туалетная бумага, полотенца и так далее. Кроме того, есть возможность повторного производства кровельных материалов, экваты, литевых бумажных изделий с использованием макулатуры. На сегодняшний день присутствует использование новых изобретений, направленных на совершенствование процесса переработки макулатуры, однако их численность мала.[7] [8] [9].

Таблица 2 – Показатели рынка отходов в России, 2017, тыс. т [16]

Сырье	Макулатура	Стекло	Пластик	Резина
Ресурсная база	Бумажные отходы	Тара, листовое стекло	Все виды, включая упаковку	Шины, покрышки, камеры
Образование сырья	12 000	4000	3600	729
Сбор	3230	1130	450	95
Объем производства вторсырья	3230	1130	450	66
Экспорт	349	0,2	12	0,5
Импорт	34	62,7	23	10,4
Расчетное потребление на внутреннем рынке	2915	1193	461	76,2
Коэффициент извлечения, %	27	28	12	13

**Стеклобой.** Крупные компании, занимающиеся сбором и транспортировкой стеклобоя: ООО «Гласс Ресайклинг Раша Центр» (Санкт-Петербург), «ВторКом» (Челябинск), ООО «Экологический региональный центр» (Кемерово), «ООО «Вторстекло» (Московская обл.), ООО «Уральская Стекольная Компания» (Челябинск), ООО «Воронежвторма» и др.

В РФ ввозится 5 % рынка отходов стеклобоя. Импорт стекла достиг в 2020 г. 62,7 тыс. т, это в 7,5 раза больше 2015 года. Примерно 90 % стекольных отходов ввозится из Беларуси, и оставшиеся 10% из Украины и Казахстана. Кроме стекольного производства, данный вид отходов потребляют производители пеностекла, стекловолокна для теплоизоляции. Известны в России технологии использования стекла в дорожном строительстве. Непосредственная сдача стеклянных отходов потеряла популярность у населения достаточно быстро в силу неудобства

самого процесса сдачи и очень низкой стоимости материала.

**Пластик.** В сфере пластиковых отходов ситуация с утилизацией является наиболее критической. Дело в том, что количество пластиковых отходов растет в мире с каждым днем, миллиарды тонн пластика-содержащих упаковок выбрасывается каждый день, а переработку проходят лишь 10-15% из них. Результатом переработки является получение полиэтилентерефталатовой тары (ПЭТ-тары), упаковочной пленки и прочей упаковки (рис 5).

Тем не менее, способ сбора таких отходов получил положительную тенденцию развития в последние годы, например в 2015 году сбор пластиковых отходов осуществлялся в основном на отдельных полигонах, что не является оптимальным и экологичным, а в 2020 году 50% от них уже транспортируется на мусоросортировочные станции, 11,4% на повторное

производство и 3% проходят процесс в системе раздельного сбора (рис 6).

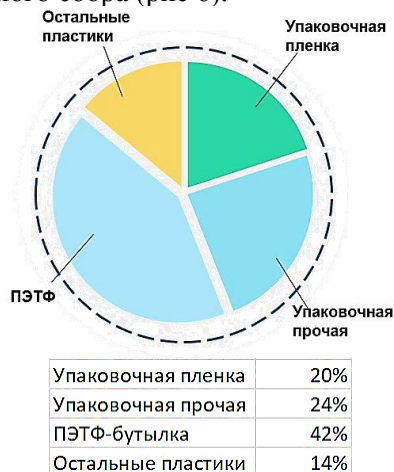


Рисунок 5 – Переработка пластиковых отходов в России

Таким образом, мы видим, что совершенствование процесса утилизации ведет не только к улучшению экологической ситуации, но и к новым источникам производственных ресурсов.

На рынке переработки ПЭТ около 63 % приходится на волокна и нетканые материалы. Около 17 % подвергается полному рециклингу bottle-to-bottle с получением преформ. На третьем месте – получение стретчинг-ленты и пр. Единственное в России предприятие, которое получает вторичный ПЭТ-гранулят пищевого назначения, – завод «ПЛАРУС» (Московская обл.) мощностью 30 тыс. т/год. Среди других переработчиков пластиковых отходов: «РБ Групп» (Гусь-Хрустальный, Воронеж, Тихорецк), «ВторКом» (Челябинск), «Селена» (Усть-Джигута) и др.

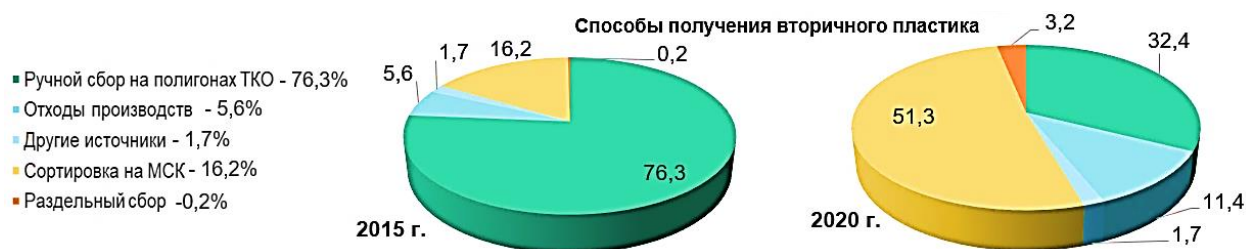


Рисунок 6 – Способы получения вторичного пластика в 2015 г. и 2020 г.

Резиносодержащие отходы. С 2017 года в России действует ЭкоШинСоюз, учредители которого – международные лидеры производители шин: Союз заключает договоры по утилизации шин. Действующая ассоциация «Шинэкология» объединяет научно-исследовательские учреждения для совершенствования процесса, поиска новых способов переработки и предприятия, которые специализируются на утилизации.

Крупнейшие компании, перерабатывающие резиносодержащие отходы: Чеховский регенератный завод (50 тыс. т/год) и Волжский шиноремонтный завод (40 тыс. т/год). Переработка резиновых отходов достаточно выгодна. Стоимость утилизации шин составляет 1600 руб./т. Получаемый металлической корд реализуют по 2500 руб./т, текстильный кордный наполнитель – 2000 руб./т. В исследовании компании «СИБУР» установлена возможность использования резиновой крошки для изготовления следующих изделий:

- новых автомобильных покрышек – добавляют до 10 % крошки,
- шланги, товары народного потребления – до 40 %,
- кровельные и рулонные материалы – до 40 %,
- железнодорожные шпалы – до 60 %,

- напольные коврики – до 100 %,
- резиновая брусчатка – 100 %,
- подошвы для обуви – до 100 %,
- покрытия для дорог – до 14–15 т/км<sup>2</sup>.

Основной отраслью применения результатов переработки резиносодержащих отходов в мире является дорожное строительство, где возможно использование резиновой крошки. К сожалению, масштаб данного рынка в России сравнительно мал.

Отходы электроники. В РФ образуется 1,2–1,3 млн т/год отходов электронной техники. Однако перерабатывается незначительная часть, что связано с: особенностями технологии переработки, недостатком специального оборудования и специалистов; высокими затратами труда; разнородности данных отходов по классу опасности, размеру, уровню востребованности на рынке сбыта; отсутствием постоянного спроса на утилизируемые компоненты, отсутствием инфраструктуры сбора отходов.

На данный момент в РФ действует около 80 предприятий, которые перерабатывают электронные отходы. Большая часть из них собирает, предварительно перерабатывает, занимается разборкой и продажей фракций (металлы, печатные платы, пластик). Отсутствуют предприятия, перерабатывающие опасные

компоненты: химические источники тока, свинецсодержащее стекло, хладоны. Существует только один завод по утилизации холодильной техники (содержащей фреон) – «УКО» (Московская обл.).

С 2019 года введен запрет на захоронение отработанных шин и покрышек [10] [11] [14]. Также запрет касается металлолома, термометров, ртутных ламп, алюминиевых банок, фольги алюминиевой, бумаги, шин, полиэтилена, стекла. С 2021 года запрещается захоронение компьютерной техники, аккумуляторов, электроприборов, электроинструмента. Этот закон поможет мотивировать граждан к минимизации масштабов захоронения отходов и к переходу преимущественно на метод переработки промышленных и бытовых отходов.

Итак, какие решения может предпринять правительство с целью улучшения ситуации с переработкой отходов в стране? Роль государства в данном случае состоит в осуществлении непосредственного надзора за методами обращения с образующимися отходами с помощью законодательных мер. Контроль стоит начать с регионов, чтобы выстроить целостную систему правильного обращения с отходами в стране. Например:

- определить конкретные рамки допустимого объема отходов и превышающего лимит. Облагать налогом предприятия, превышающие данную норму отходов и выбросов и поощрять те, которые занимаются переработкой, правильной утилизацией и сортировкой.

- создать лимит на захоронение твердых бытовых отходов;

- сделать утилизацию отходов обязательным процессом для крупных, особенно производственных компаний, таких как нефтеперерабатывающие, машиностроительные, химические и т.п.;

- разработать систему льгот для организаций, которые занимаются утилизацией отходов;

- создать сформированную инфраструктуру всего цикла переработки отходов;

- планомерно и последовательно обучать население экологической грамотности.

Чтобы полностью создать инфраструктуру утилизации отходов, нужно внедрить в сознание людей, что мусор – это стратегический ресурс, являющийся реальной перспективой получения экономической выгоды. Улучшению ситуации с переработкой и утилизацией в России будет способствовать:

1. Привлечение финансов за счет инвестиций для создания перерабатывающей инфраструктуры. Государство должно выдавать кредиты, применять льготы, субсидии из бюджета. Если предприятие занимается переработкой, то

со стороны государства будут применяться льготы на налог от прибыли [16].

Такая практика хорошо работает за границей. Например, в Швеции дают субсидии организациям, которые строят заводы по переработки отходов. В виде субсидий государство выплачивает таким организациям 50 % от всех затрат на строительство объекта. Похожая практика существует и в США, но выплачивается организациям только 25 % от стоимости строительства. В Западной Европе государства выдают кредиты с нулевым или с очень маленьким процентом для такой деятельности. То же самое существует и в Японии [17].

Корректировка ФЗ от 24.06.1996 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Закон нуждается в уточнении и детализации, так как в нем отсутствуют конкретные нормы и правила по разделению отходов по группам, утилизации и переработки [18].

2. Стимулирование инновационных разработок в сфере переработки мусора. Россия сильно отстает от Европы в сфере технологий переработки отходов, хотя у нас в стране разработки осуществляются. Например, в США компания GLES сделала огромный инновационный рывок в сфере переработки. Она создала систему переработки мусора в энергию. В России компаниям нужно больше инвестировать в инновационное развитие переработки отходов. Но, к сожалению, большинство организаций до сих пор видят перспективу лишь в отправке отходов на захоронение.

3. Развитие перерабатывающего бизнеса. На данный момент у перерабатывающего бизнеса конкуренция низкая, а объемы отходов постоянно растут. Классическая схема: «контейнер – свалка – рекультивация» экологически опасна. По мнению экспертов, рентабельность бизнеса по переработке достигает 80 %. Строительство универсального перерабатывающего комплекса будет стоить около \$20 млн. Цех по переработке определенных отходов – около \$50–300 тыс. Срок окупаемости составит от 10 мес. до полутора–двух лет [20].

4. Повышение социальной заинтересованности в управлении твердыми бытовыми отходами. До сих пор актуальной остается организация раздельного сбора мусора. Положительный пример показал финский концерн L&T, осуществляющий в г. Дубне постепенное улучшение ситуации с обращением твердых бытовых отходов. У населения России слабо развито чувство ответственности за состояние экологии населения. Это препятствует селективному сбору отходов. Такая проблема не решается сразу. Может потребоваться от 10 лет, как было в свое время в Европе.

Одним из важных аспектов в этой связи является вопрос обеспечения экологичности технических систем. В современном мире наиболее сильный ущерб экологии наносят выбросы и различные отходы с производственных предприятий. Поэтому в вопросе о защите окружающей среды от разнообразных производственных отходов наиболее важным аспектом является обеспечение безопасности и экологичности технических систем. Кроме природы, эта проблема затрагивает и вопрос здоровья современного населения, загрязненный воздух, отравленные водоемы усугубляют имеющиеся болезни и провоцируют появление новых.

Разумеется, есть ряд мер для улучшения сложившейся ситуации. Например, в процессе проектирования и постройки новых производственных предприятий устанавливаемое там оборудование должно отвечать нормативным требованиям, которые будут соответственно обеспечивать его экологическую безопасность. Кроме того, требования следует предъявить и к персоналу по правильной эксплуатации техники и по обращению с образующимися отходами.

Проверку экологичности технических систем проводят в специальных экспертных учреждениях на этапе проектирования и выпуска готовой продукции. Любое оборудование должно пройти исследование до выпуска в эксплуатацию. В последующем промышленная защита обеспечивается путем периодической проверки устройств на наличие негативных факторов влияния на сотрудников и окружающую среду.

Государственная экологическая экспертиза является обязательной мерой охраны окружающей природной среды, предшествующей принятию хозяйственного решения, осуществление которого может оказать вредное воздействие на окружающую природную среду. [21]

Основными экологическими нормативными показателями предприятий, технических средств, технологий являются предельно допустимые выбросы (ПДВ) и предельно допустимые сбросы (ПДС). ПДВ в атмосферу устанавливают для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника с учетом рассеивания вредных веществ в атмосфере не создадут предельной концентрации, превышающей их предельно допустимые концентрации (ПДК) для населения, растительного и животного мира.

Для атмосферного воздуха населенных мест имеется норма максимальной разовой и среднесуточной ПДК. При отсутствии данных о загрязняющих веществах нормирование производится по ориентировочному безопасному уровню воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Если в воздухе населенных пунктов концентрации вредных веществ превышают ПДК, а значения ПДВ по причинам объективного характера на сегодняшний день не могут быть достигнуты, вводится поэтапное снижение выбросов от действующих предприятий до значений, обеспечивающих соблюдение ПДК, или до полного предотвращения выбросов.

При этом на каждом этапе до обеспечения величин ПДВ устанавливают временно согласительные выбросы (ВСВ) вредных веществ на уровне выбросов предприятий с наилучшей достигнутой технологией и технологическими процессами.

При установлении ПДВ временно согласованных выбросов (ВСВ) учитываются перспективы развития предприятия, физико-географические и климатические условия местности, взаимное расположение промышленных и жилых зон. ПДВ пересматриваются через 5 лет.

ПДС вещества в водный объект — это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

ПДК веществ в водных объектах — это такая концентрация веществ в воде, выше которой она становится непригодной для пользования. [22]

Нормативные документы правительства РФ предусматривают образование зон санитарной охраны источников водоснабжения. При этом размер зоны зависит от протяженности русла реки и колеблется от 100 до 500 метров. [14]

В качестве критерия оценки загрязненности почв предусмотрено установление нормативов ПДК вредных химических, бактериальных и радиоактивных веществ в почве.

Когда предприятия производят работы, связанные с нарушением земель, они обязаны обеспечить снятие, использование и сохранение плодородного слоя почвы, а по окончании работ произвести рекультивацию нарушенных земель, восстановление их плодородия и других полезных свойств земли.

Кроме того, наибольшую опасность представляет и растущее количество свалок для огромного количества ежедневных отходов, а их очистка и утилизация требует больших финансовых и технических затрат. Решение данной проблемы на сегодняшний момент только одно — сократить производство трудно разлагаемых элементов и обязать к переходу на безотходное или же перерабатывающее производство.

Комплексные экологические требования применительно к каждому отдельному предприятию конкретизируются в его экологическом

паспорте. Это нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием ресурсов и определению влияния его производства на окружающую среду.

Общие направления повышения безопасности и экологичности технических систем и технологических процессов установлены санитарными нормами и предусматривают:

- замену вредных веществ безвредными или менее вредными;
- замену сухих способов переработки и транспортировки пылящих материалов мокрыми;
- замену технологических операций, связанных с возникновением шума, вибраций и других вредных факторов, процессами или операциями, при которых обеспечены отсутствие или меньшая интенсивность этих факторов;
- замену пламенного нагрева электричеством, а твердого и жидкого топлива - газообразным;
- герметизацию оборудования и аппаратуры;
- полное улавливание и очистку технологических выбросов, очистку промышленных стоков от загрязнения;
- тепловую изоляцию нагретых поверхностей и применение средств защиты от лучистого тепла.

Важным направлением в защите окружающей среды является разработка малоотходных и безотходных технологий. Переход к малоотходным технологиям позволяет осуществлять проектирование и выпуск технологического оборудования с замкнутыми циклами движения жидких и газообразных веществ, что резко сокращает выбросы вредных веществ в атмосферу.

Все технические средства при вводе в эксплуатацию и ежегодно в период эксплуатации проверяются на соответствие предъявляемых к ним требований, а контрольно-измерительная аппаратура ежегодно проверяется в специальных лабораториях.

При этом техническое средство, не соответствующее данным технического паспорта и требованиям безопасности, а также не прошедшее своевременную проверку, не допускается к эксплуатации, подлежит ремонту, модернизации или замене и обязательному контролю.

Необходимой мерой для повышения безопасности и экологичности оборудования на предприятиях является его функциональная диагностика в процессе использования. Регулярные проверки, предполагающие систему функционального диагностирования, позволяют регулировать процесс использования технического объекта и дают понять, когда его рабочие функции становятся затруднены и представляют опасность.

Эти системы, как правило, проектируются и изготавливаются вместе с контролируемым объектом и позволяют поддерживать режимы работы технических систем в заданных пределах и предупреждать аварийные ситуации. [21]

В настоящее время для защиты среды обитания в каждой стране разрабатывается природоохранное законодательство, в котором присутствует раздел международного права и правовой охраны природы внутри государства, содержащий юридические основы сохранения природных ресурсов и среды существования природных ресурсов, а также среды существования жизни.

Переход России на рыночные отношения, ее интеграция в мировое сообщество создали соответствующий социально-экономический и экологический фон, обусловивший необходимость формирования системы законодательства в области охраны природы, промышленной безопасности, предупреждения ЧС, защиты населения, материальных и культурных ценностей от последствий аварий и катастроф [21].

### Заключение

Главным препятствием на пути к благоприятной экономической ситуации, когда в стране отходы правильно утилизируются, хранятся и не накапливаются – это недостаток площадей для захоронения отходов, которые бы полностью отвечали экологическим требованиям. Во многих странах отсутствуют законодательная база, экологическая грамотность и необходимые технологии по переработке. Кроме того, страны в основном не заботятся о селективном сборе отходов, либо делают это в ограниченных масштабах, устанавливая недостаточное количество контейнеров для сбора селективного мусора и не заботясь о системе систематического сбора и вывоза отходов из сельской местности. А наличие большого количества несанкционированных мест для сброса отходов и отсутствие технического контроля за ними ведет к еще большему усугублению ситуации.

Так, огромные объемы отходов составляет пластик. В России следует на уровне законодательства запретить производство и использование одноразовой посуды и пластиковых пакетов и перейти на биоразлагаемые технологии производства данных товаров, что уже законодательно закреплено в ряде государств.

Следовательно, государство должно контролировать ситуацию с отходами при помощи законодательных мер. Стоит начать с ужесточения контроля в регионах над обращением с отходами. Определить конкретные рамки допустимого объема отходов и превышающего лимит. Взимать плату за превышение лимита

отходов с предприятий и поощрять те организации, которые занимаются утилизацией. Необходимо:

- Ужесточение контроля государством за сбор и переработку отходов;
- Наложить обязательства утилизации на крупные компании, такие как нефтеперерабатывающие, машиностроительные, химические и другие, создающие наиболее опасные отходы;
- Создать лимит на захоронение твердых бытовых отходов;
- Поощрять льготами организации, которые занимаются утилизацией отходов;
- Создать сформированную инфраструктуру всего цикла переработки отходов;
- Обучить население экологической грамотности;
- Принять управленческие решения по селективному сбору отходов на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Надо осознать, что мусор – это не только конечный продукт, но стратегическое сырье, являющееся реальной перспективой получения экономической выгоды. Стоит рассматривать отходы как ценное стратегическое сырье и обратить внимание на их комплексную переработку, поскольку складываемые отходы, с одной стороны, содержат дорогостоящие компоненты и являются потенциальным источником энергии, а с другой – ведут к существенному загрязнению экосистемы.

### Литература

1. Бобович Б. Б. Переработка промышленных отходов: учебн. для вузов. — М.: «СП Интернет Инжиниринг», 1999.
2. Вторичная переработка полимеров, 2018: Пост-релиз конференции. – 16 февраля 2018. – Москва. – URL: <http://www.creonenergy.ru>.
3. Борисов А.Б. Большой экономический словарь. – М.: Книжный мир, 2003. – С. 895.
4. Отходы в графиках и диаграммах – 3.0. ОБСЕ, Базельская конвенция. 2012. // Organization for Security and Co-operation in Europe. – URL: [http://www.envsec.org/publications/vitalwaste3\\_rus\\_1.pdf](http://www.envsec.org/publications/vitalwaste3_rus_1.pdf)
5. Мажорова О. Электронные отходы в России: подходы есть, культуры нет // CNews Аналитика, 11.05.2017. – URL: [http://www.cnews.ru/articles/2017-05-12\\_elektronnye\\_othody\\_v\\_rossii\\_podhody\\_est\\_kultury\\_net](http://www.cnews.ru/articles/2017-05-12_elektronnye_othody_v_rossii_podhody_est_kultury_net)
6. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики. – URL: <http://www.gks.ru>
7. Способ утилизации и переработки вторсырья из целлюлозосодержащих отходов. Патент RU / Панасюк Г.П., Семенов Е.А., Козерожец И.В., Азарова Л.А., Ворошилов И.Л., Белан В.Н., Першиков А.В. // Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН) (RU).
8. Способ переработки бумажной макулатуры / Крыщенко К.И., Морозов Ю.И., Дзегиленок В.Н., Нейланд А.Б., Вакулук В.В. // Патент РФ 2066720.
9. Способ и установка для переработки бумаги. / Кочетов О.С., Стареева М.М., Стареева М.О. // Патент RU РФ № 2481429.
10. Решение Комиссии ТС № 769 от 16 августа 2011 г. «О принятии технического регламента Таможенного союза "О безопасности упаковки"».
11. Решение Совета ЕЭК от 15 июня 2012 года № 35.
12. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Бюро НТД, 2015. № 5. – 479 с.
13. Рзаев К.В. Переработка отходов пластмасс в России. ТКО, 2017. № 1. – С. 7–9.
14. Распоряжение Правительства РФ от 25.07.2017 № 1589-р «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается».
15. Маркова А.А. Экономические проблемы утилизации бытовых и промышленных отходов/ Маркова А.А., Иванова А.А., Пономарев С.В. // Молодой ученый, 2017. – № 21. – С. 218–220.
16. Девяткин В. В. Экономические условия переработки отходов по малотоннажным технологиям и рекомендации по мерам стимулирования в этой области / Девяткин В.В., Гаев Ф.Ф. // Твердые бытовые отходы, 2006. – № 6. – С. 8–9.
17. Шуварикова Е.В. Использование международного опыта для решения проблем управления отходами производства и потребления в Пермском крае // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: экономика и менеджмент, 2010. – № 7 (183). – С. 41–48.
18. Пономарев М.В. Тенденции и перспективы совершенствования законодательства в сфере обращения с отходами производства и потребления // Журнал российского права, 2013. – № 4. – С. 22–32.
19. Абрамов А.В. Оценка эффективности рециклинга // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России, 2009. – Т. 4. – С. 36–38.
20. Яшалова Н.Н. Эколого-экономические проблемы переработки отходов в рамках концепции «зеленой» экономики / Яшалова Н.Н., Гриднев А.Е. // Стратегия развития экономики. – №43(232), 2013. – С. 28-36.
21. Мельцаев И.Г. - Общая экология, учебник / И. Г. Мельцаев, А. Ф. Сорокин, А. Ю. Мурзин, 2011. – С.78-432.
22. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами - Заместитель Главного Государственного санитарного врача СССР 13 марта 1987 г. N 4266-87.



**ТРЕБОВАНИЯ  
К МАТЕРИАЛАМ, ПРИНИМАЕМЫМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ  
ЖУРНАЛЕ  
«ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА»**

**К публикации принимаются материалы научно-технического содержания по актуальным проблемам техники и технологии сервиса машин, приборов и инженерных систем жилищно-коммунального хозяйства, бытового обслуживания, дизайна, экологии, личного и общественного транспорта, не предназначенные для публикации в других изданиях.**

Материалы, публикуемые в журнале, должны обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по соответствующим правилам (см. <http://unescon.ru/zhurnal-ttps>).

Материалы для публикации должны сопровождаться: электронной версией статьи, представленной в формате редактора MicrosoftWord (отправленной по e-mail).

**Статья должна содержать следующие реквизиты:**

- индекс универсальной десятичной классификации литературы (УДК);
- название статьи на русском и английском языках;
- фамилию имя отчество автора (авторов) полностью с указанием должности, звания, телефона и электронного адреса;
- полное наименование организации с указанием почтового индекса и адреса;
- аннотацию из 10 – 30 слов на русском и английском языках;
- 3 – 7 ключевых слова или словосочетания на русском и английском языках;
- текст статьи (8 – 15 страниц (14 пт.), номера страниц не указываются) на русском языке;
- литература (библиографические ссылки даются в конце текста в порядке упоминания по основному тексту статьи, в тексте в квадратных скобках указывается порядковый номер). Внутритекстовые, подстрочные и затекстовые библиографические ссылки (списки литературы) должны оформляться в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Статья представляется в электронном виде (на электронном носителе или высылается электронной почтой по адресу: [GregoryL@yandex.ru](mailto:GregoryL@yandex.ru)).

**При оформлении статьи** должны соблюдаться следующие требования.

При наборе текста используется шрифт TimesNewRoman. Интервал текста кратный, без дополнительных интервалов. Лишние пробелы между словами не допускаются. Форматирование текста (выравнивание, отступы, переносы, интервалы и др.) должно производиться автоматически.

**Иллюстрации** представляются в графических редакторах MSWindows. Все иллюстрации сопровождаются подписанными подписями (не повторяющимися фразы-ссылки на рисунки в тексте), включающими номер, название иллюстрации и при необходимости – условные обозначения.

**Рисунки** выполняются в соответствии со следующими требованиями:

- масштаб изображения – наиболее мелкий (при условии читаемости);
- буквенные и цифровые обозначения на рисунках по начертанию и размеру должны соответствовать обозначениям в тексте статьи;
- размер рисунка – не более 15x20 см;
- текстовая информация и условные обозначения выносятся из рисунка в текст статьи или подписанные подписи.

Иллюстрации (диаграммы, рисунки, таблицы) могут быть включены в файл текста или быть представлены отдельным файлом.

Все **графики, диаграммы** и прочие встраиваемые объекты должны снабжаться числовыми данными, обеспечивающими при необходимости их (графиков, диаграмм и пр.) достоверное воспроизведение.

**Формулы** должны быть созданы в редакторе формул MSequation. Защита формул от редактирования не допускается. Формулы следует нумеровать в круглых скобках, например, (2). Величины, обозначенные латинскими буквами, а также простые формулы могут быть набраны курсивом. Все латинские буквы в формулах выполняются курсивом, греческие и русские – обычным шрифтом, функции – полужирным обычным.

**Термины и определения, единицы** физических величин, употребляемые в статье, должны соответствовать действующим национальным или международным стандартам.

На последней странице рукописи должны быть подписи всех авторов. Статьи студентов, соискателей и аспирантов, кроме того, должны быть подписаны научным руководителем.

Редакция не ставит в известность авторов об изменениях и сокращениях рукописи, имеющих редакционный характер и не затрагивающих принципиальных вопросов.

**Итоговое решение об одобрении или отклонении представленного в редакцию материала принимается редакционным советом и является окончательным.**

ISSN 2074-1146

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и  
массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации –  
ПИ № ТУ 78-01571 от 12 мая 2014 г.

Журнал входит в Российский индекс научного цитирования  
[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28520](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=28520).

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание уче-  
ной степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук  
по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки,  
по которым присуждаются ученые степени:

05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта  
(технические науки);

05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях (по отраслям)  
(технические науки);

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством  
(по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки);

Электронная версия журнала расположена по адресу:  
<http://unecon.ru/zhurnal-ttps>

Подписной индекс в каталоге «Журналы России» –95008.

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

### *Технико-технологические проблемы сервиса*

№1(59)/2022

---

Подписано в печать 02.03.2022 г. Формат 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура  
TimesNewRoman. Печать офсетная. Объем 10,0 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 100

---

Адрес издателя и типографии: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А  
Отпечатано на полиграфической базе СПбГЭУ