

ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

ISSN 2074-1146

№4(66), 2023

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, издается с 2007 года

| | |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учредитель: |  Санкт-Петербургский Государственный Экономический Университет |
| Редакционный совет: | <p>И.А. Максимцев – ректор СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>председатель совета</i>; Е.А. Горбашко – проректор по НР СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>заместитель председателя совета</i>; Г.В. Лепеш – заведующий кафедрой БНиТ от ЧС СПбГЭУ, д.т.н., профессор – <i>главный редактор журнала</i></p> <p>Члены редакционного совета: Я.В. Зачиняев – д.х.н., д.б.н., профессор, профессор кафедры социального и естественнонаучного образования Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург А.Е. Карлик – д.э.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой экономики и управления предприятиями и производственными комплексами СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург; С.И. Корягин – д.т.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, директор института транспорта и технического сервиса БФУ им. И. Канта, г. Калининград; В.Н. Ложкин – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России; В.В. Пеленко – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Теплосиловые установки и тепловые двигатели» Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна; С.П. Петросов – 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); П.И. Романов – д.т.н., профессор, директор научно-методического центра координационного совета учебно-методического объединения по области образования «Инженерное дело», г. Санкт-Петербург; В.С. Чекалин – д.э.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры государственного и территориального управления СПбГЭУ</p> |
| Editorial council: | <p>I.A. Maksimcev – rector SPbGUEU, doctor of economic sciences, professor – the chairman of the board; E. A. Gorbashko – vice rector for scientific work SPbGUEU, doctor of economic sciences, professor – the vice-chairman of council; G.V. Lepesh – head of the chair the population and territories Safety from emergency situations SPbGUEU, the editor-in-chief of the magazine, doctor of engineering sciences, professor – the editor-in-chief of the scientific and technical journal</p> <p>Members of editorial council: Ya.V. Zachinyaev – 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 A. E. Karlik – 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 SPbGUEU, Saint-Petersburg; S. I. Koryagin – 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; V.N. Lozhkin – 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; V. V. Pelenko – Doctor of Engineering Sciences, professor, professor of thermal power plant and Heat Engines department of St. Petersburg State University of industrial technologies and design; S. P. Petrosov – 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); P. I. Romanov – Doctor of Engineering Sciences, professor, director scientific and methodical center of higher education institutions of Russia (St. Petersburg state polytechnical university), St. Petersburg; V.S. Chekalin – Doctor of Economic Sciences, professor, honored worker of science of the Russian Federation, professor of department of the public and Territorial Department SPbGUEU</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: http://unecon.ru/zhurnal-ttps; http://elibrary.ru/ Подписной индекс в каталоге «Журналы России» –95008; тел./факс (812) 3604413; тел.: (812) 3684289; +7 921 7512829; E-mail: gregoryl@yandex.ru. Оригинал макет журнала подготовлен в редакции</p> |

Санкт-Петербург – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ

Евстафьев О.А., Шаветов С.В. Разработка метода предварительной обработки цифровых изображений для улучшения качества детектирования поверхностных дефектов листового проката с использованием нейросетевой модели.....3

Ложкина О.В. Исследование загрязнения придорожного воздуха г. Самары токсичными частицами р_{м10} и р_{м2.5} при неблагоприятных метеорологических и транспортных условиях.....10

Сафиуллин Р.Н., Сафиуллин Р.Р., Сорокин К.В. Методы внедрения систем удалённого диагностирования пассажирского транспорта в городских агломерациях.....18

Бурлов В.Г., Бызов А.П., Кузнецов Ю.Д. Управление индивидуальным риском на объектах магистрального трубопроводного транспорта.....25

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Лепеш Г.В., Басова М.В. Оценка напряженно-деформированного состояния термозащитного покрытия канала трубы, нагруженной высокотемпературным силовым импульсом.....31

Великанов Н.Л., Наумов В.А. Алгоритм выбора одновинтовых насосов в пищевой промышленности.....38

Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин С.И. Решение оптимизационных задач в системах с секционными центробежными насосами.....42

Шишов В.Ф. Механические свойства при отрицательных температурах мартенситностареющей стали ЧС4-ВИ в закаленном состоянии.....45

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕРВИСА

Сергиевич Т.В. Экономические риски роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий.....48

Курегян С.В., Мелешко Ю.В., Скорая К.В. Риски развития малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения социально-экономической стабильности в Республике Беларусь.....53

Николаев С.В., Власов Ю.Н. Цифровые технологии транспортно-логистических услуг как механизм устойчивого развития региональной и отраслевой экономики.....58

Буйлова М.В. Классификация автобусов для целей организации маршрутных сетей пассажирского транспорта общего пользования.....64

Буйлова М.В., Иванов А.С. Критерии предъявляемые к пассажирским перевозкам.....71

Крамаренко В.П., Куркова Н.А., Макарова О.А., Тихомирова М.С. Проблемы правового регулирования межмуниципальных маршрутов регулярных пассажирских перевозок на территории Калининградской области.....79

Кравченко А. Н. Основы управления стоимостью проектирования объектов нефтегазовой отрасли.....84

Кравченко А. Н. Экономический эффект от применения типизации в различных проектах.....88

Дмитриченко М.И., Киятов А.Л. Формирование эффективной системы обеспечения безопасности торговых предприятий в России.....91

Плешакова Е.Ю., Калязина Е.Г. Оценка качества управления как инструмент подготовительной стадии процесса цифровой трансформации предприятия.....95

Уваров С.А., Волков П.А. Обеспечение безопасности использования цифровых технологий в сфере услуг.....101

Корниенко Д.В., Мишина С.В. Информационно-коммуникационные технологии и сетевая экономика как фактор экономического развития.....105

Антипин И.А., Шишкина Е.А. Кадровая безопасность старопромышленного региона: оценки, динамика, риски.....111

Требования, к материалам, принимаемым для публикации в научно-техническом журнале «Технико-технологические проблемы сервиса».....118



УДК 004.932

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ

О.А. Евстафьев¹, С.В. Шаветов²

В статье рассматриваются вопросы детектирования и классификации поверхностных дефектов листового проката с применением методов глубокого обучения и компьютерного зрения. Качественное обнаружение и распознавание дефектов играют ключевую роль в повышении стандартов качества производства и аттестации металлопроката. В работе представлена модель обнаружения, базирующаяся на сверточной нейронной сети Faster R-CNN. Для усиления эффективности данной модели был разработан специализированный алгоритм предобработки изображений. Разработанный алгоритм обеспечивает высокую чувствительность системы видеоспекции, позволяя детектировать дефекты размером до 0,5 x 0,5 мм, что делает его пригодным для применения в системах реального масштаба времени.

Ключевые слова: Листовой металлопрокат, цифровая обработка изображений, поверхностные дефекты холоднокатанного металлопроката, искусственные нейронные сети, статистические характеристики изображения.

DEVELOPMENT OF A METHOD OF PRE-PROCESSING DIGITAL IMAGES TO IMPROVE THE QUALITY OF DETECTION OF SHEET METAL SURFACE DEFECTS USING A NEURAL NETWORK MODEL

O.A. Evstafyev, S.V. Shavetov

ITMO University, Russia 197101. St. Petersburg, Kronverksky Ave., 49.

The issues of detection and classification of surface defects of rolled steel sheets using deep learning and computer vision methods are considered in the paper. Qualitative detection and classification of defects play a key role in improving of quality production standards and attestation of rolled metal products. This paper presents a detection model based on the Faster R-CNN convolutional neural network. To enhance the performance of this model, a specialized image preprocessing algorithm has been developed. The developed algorithm provides high sensitivity of the video inspection system, allowing to detect defects up to 0.5 x 0.5 mm in size, which makes it optimal for application in real-time systems.

Keywords: Sheet metal rolling, digital image processing, surface defects of cold-rolled metal rolling, artificial neural networks, statistical characteristics of the image.

Введение

В современном мире контроль качества на производстве становится все более важной задачей для обеспечения надежности и безопасности выпускаемой продукции. Одним из ключевых аспектов контроля качества является детектирование поверхностных дефектов в материалах, таких как, например, листовой прокат. Необходимость

обнаруживать дефекты в реальном масштабе времени имеет ключевое значение для оперативной аттестации металлопроката на производственных линиях [1]. В связи с этим, нарастает актуальность задачи разработки автоматизированных систем контроля и диагностирования листового металлопроката. Для увеличения эффективности таких систем используются методы компьютерного зрения и машинного обучения [2].

¹Олег Александрович Евстафьев – преподаватель факультета систем управления и робототехники, тел: +7 (952) 380-88-63 e-mail: oaevstafev@itmo.ru;

²Сергей Васильевич Шаветов – кандидат технических наук, доцент . факультет систем управления и робототехники, тел:+7 (960) 249-16-66 e-mail: s.shavetov@itmo.ru.

Существующие системы для распознавания и классификации дефектов на поверхности металлопроката обычно основаны на методах, которые требуют наличие соответствующей базы данных, постоянно обновляемой новыми дефектами для более точной классификации [3].

Анализ существующих решений показал, что системы видеоинспекции поверхности металлопроката, как правило, состоят из групп высокоскоростных матричных камер и осветителей, которые обеспечивают равномерную подсветку полосы металлопроката в зонах их фотофиксации [4]. При этом известно, что часть дефектов, выявляются с использованием рассеянного освещения, тогда как другая часть дефектов – с использованием бокового освещения [5]. Анализ полученных изображений показал, что для гарантированного выявления дефектов, имеющих градиентную структуру, например дефекты типа «излом», «прогоревшая эмульсия», «окалина» и др. необходимо использовать цветные высокоскоростные камеры с высокими техническими характеристиками. Существующие системы видеоинспекции, работающие с применением алгоритмов прикладного искусственного интеллекта, позволяют обнаружить порядка 75% дефектов на полосе металлопроката и классифицировать из них порядка 50% [6, 7].

Для улучшения точности и эффективности этого процесса, в данной работе представлен метод предварительной обработки цифровых изображений для последующего детектирования и классификации поверхностных дефектов листового проката с использованием нейросетевой модели.

Подготовка данных

При разработке детектора дефектов металлопроката рассматривались 37 классов поверхностных дефектов по образцам, предоставленных ПАО «Северсталь», для проведения экспериментальных работ в лабораторных условиях, где было получено 12817 изображений с дефектами. Из-за недостатка экземпляров и сильной несбалансированности классов в работе рассматривалось лишь пять классов, содержащих не менее 900 экземпляров наиболее типичных дефектов при производстве металлопроката (в соответствии с ГОСТ 21014–2022 [8]): эмульсия, точечная коррозия, грязь, задиры, отпечаток, а остальные возможные классы дефектов объединены в один большой класс «прочий дефект». Большинство изображений могут содержать дефекты как из одного, так и из нескольких классов.

Для обучения алгоритма были использованы изображения, полученные с ленты металлопроката при различных условиях освещения. Для

этого применялась осветительная система, включающая в себя два модуля подсветки. Решение использовать два модуля обосновано потребностью применять рассеянное и боковое освещение одновременно [5].

Количество дефектов для изображений, полученных при разном типе освещения, может не совпадать, так как распознавание дефектов зависит от типа используемого освещения. Из-за этого необходимо обучать и использовать классификатор с комбинированием изображений этих дефектов.

В результате проведенных исследований в качестве устройства для экспериментальной отработки была выбрана высокоскоростная матричная камера Lucid Triton TRI 028S-CC. В ходе экспериментов были подобраны и протестированы параметры фотофиксации и освещения, обеспечивающие чувствительность системы по выявлению поверхностных дефектов шириной от 0,5 мм и длиной от 0,5 мм с оптическим контрастом (контраст Вебера) не менее 0,25 для каждого из образцов в динамическом режиме при значениях линейной скорости перемещения полосы в диапазоне от 2 м/с до 6 м/с. Результаты для основных классов дефектов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Чувствительность системы по выявлению поверхностных дефектов

| Наименование группы дефектов | Контраст Вебера | |
|------------------------------|------------------|------------------|
| | $v_1 = 2$ м/с | $v_2 = 6$ м/с |
| Точечная коррозия | 1,02 | 0,98 |
| Грязь | 1,22 | 1,16 |
| Задиры | 0,83 | 0,74 |
| Эмульсия | 0,26 | 0,25 |
| Отпечаток | 0,82 | 0,76 |

Оптический контраст (контраст Вебера) рассчитывался по формуле:

$$C = (I - I_b) / I_b, \quad (1)$$

где I – средняя яркость отдельного элемента изображения, оптический контраст которого оценивается (яркость дефекта);

I_b – средняя яркость фона (находится путем усреднения любым способом яркостей соседних пикселей).

Нейронная сеть

В работах [9] и [10] было проведено сравнение различных архитектур сверточных нейронных сетей с целью выявления их преимуществ и недостатков в контексте задачи обнаружения и классификации поверхностных дефектов на ли-

стовом металлопрокате. Эти исследования подтвердили, что использование методов предварительной обработки изображений [11] оказывает положительное воздействие на извлечение признаков для сверточных нейронных сетей.

Для успешного решения задачи обнаружения и классификации поверхностных дефектов в процессе производства металлопроката была выбрана передовая архитектура сверточной нейронной сети – Faster R-CNN [12]. Faster R-CNN — это высокоэффективный алгоритм, который зарекомендовал себя как один из наиболее эффективных инструментов в области обнаружения и классификации объектов в компьютерном зрении.

Архитектура Faster R-CNN представляет собой удачное сочетание двух ключевых компонентов: Сети предложения регионов (Region Proposal Networks, RPN) и сети Fast R-CNN. RPN является механизмом, способным генерировать предложения регионов (областей), что, в свою очередь, позволяет выделить области изображения, которые могут содержать объекты интереса. Эти предложения регионов затем поступают на вход нейронной сети Fast R-CNN, которая выполняет классификацию и регрессию границ объектов.

Причем, стоит отметить, что архитектура Faster R-CNN продемонстрировала впечатляющую производительность и точность на разнообразных наборах данных. Это позволяет говорить о том, что данное решение является мощным инструментом для обнаружения и классификации поверхностных дефектов на изображениях металлопроката. Эта архитектура позволяет не только быстро, но и надежно выявлять дефекты, а также точно классифицировать их, что является важным шагом в повышении качества контроля на производстве.

Для обучения и последующей оценки качества работы модели данные из каждого класса были разделены на тренировочные (80%) и тестовые (20%) наборы. После этого, для достижения более полного и объективного обучения, эти наборы были снова объединены в смешанные выборки.

Для решения проблемы неравномерности распределения классов в данных была применена функция потерь с весами, учитывающими неравную долю «штрафования» для различных классов дефектов. Это позволило модели уделять больше внимания классам, которые имели меньшее представительство в обучающем наборе данных, тем самым улучшая баланс и обобщающую способность модели.

Дополнительно отметим, что для эффективного обучения и повышения устойчивости модели были использованы алгоритмы аугментации

данных. Эти алгоритмы включали в себя поворот изображений, случайное изменение яркости и контрастности, варьирование параметра гамма при гамма-коррекции изображений, а также случайное изменение тоновых кривых. Эти методы аугментации способствовали разнообразию обучающих данных и улучшили способность модели к выявлению и классификации поверхностных дефектов, делая ее более устойчивой к различным условиям съемки и вариациям в данных.

Текстурный анализ

Для реализации исследования на основе классического текстурного анализа были выбраны следующие характеристики: дисперсия, среднеквадратичное отклонение, среднее значение, энтропия, мера относительной гладкости. В качестве случайной величины рассматривается интенсивность изображения относительно канала интенсивности L цветовой модели Lab [13]. Центральный момент порядка n случайной величины z может быть рассчитан по формуле (2).

$$\mu_n(z_i) = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^n p(z_i), \quad (2)$$

где $\mu_n(z_i)$ – центральный момент порядка n случайной величины z_i ;

z – случайная величина (интенсивность);

L – число уровней интенсивности изображения;

m – среднее значение случайной величины z ;

$p(z_i)$ – вероятность распределения i -ой случайной величины z_i , вычисляемая из гистограммы изображения.

Очевидно, что центральный момент $\mu_0 = 1$ и $\mu_1 = 0$, поэтому для оценки характеристики текстуры использовался второй момент случайной величины, который является дисперсией:

$$\mu_2(z) = \sigma^2(z). \quad (3)$$

Используя дисперсию, можно вычислить меру гладкости текстуры, которая очень мала у фона и имеет определённый уровень у дефекта с соответствующей дисперсией. Формула для вычисления меры гладкости R представлена в формуле (4):

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \sigma^2(z)}. \quad (4)$$

Для оценки текстурных особенностей обычно используется функция энтропии e , определяющая разброс по интенсивности у соседних пикселей:

$$e = - \sum_{i=0}^{L-1} p(z) \log_2 p(z_i). \quad (5)$$

Наравне с дисперсией можно использовать среднее значение m :

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i). \quad (6)$$

Также использовалось стандартное отклонение:

$$s = \sigma(z). \quad (7)$$

В ходе экспериментов, проведенных с использованием библиотек OpenCV, Numba и Cython, было установлено, что вычет средней величины интенсивности из всего изображения показывает наилучший результат. При применении такого метода предварительной обработки все типы дефектов классифицируются наиболее

точно. Для повышения качества работы алгоритма и увеличения чувствительности была использована реализация со скользящим окном с различными размерами ядра фильтра. Для повышения скорости работы алгоритма также были проведены эксперименты с использованием регулярной сетки. Пример визуализации данных, полученных при экспериментальных исследованиях с использованием скользящего окна для дефекта «Грязь», представлен на рисунке 1.

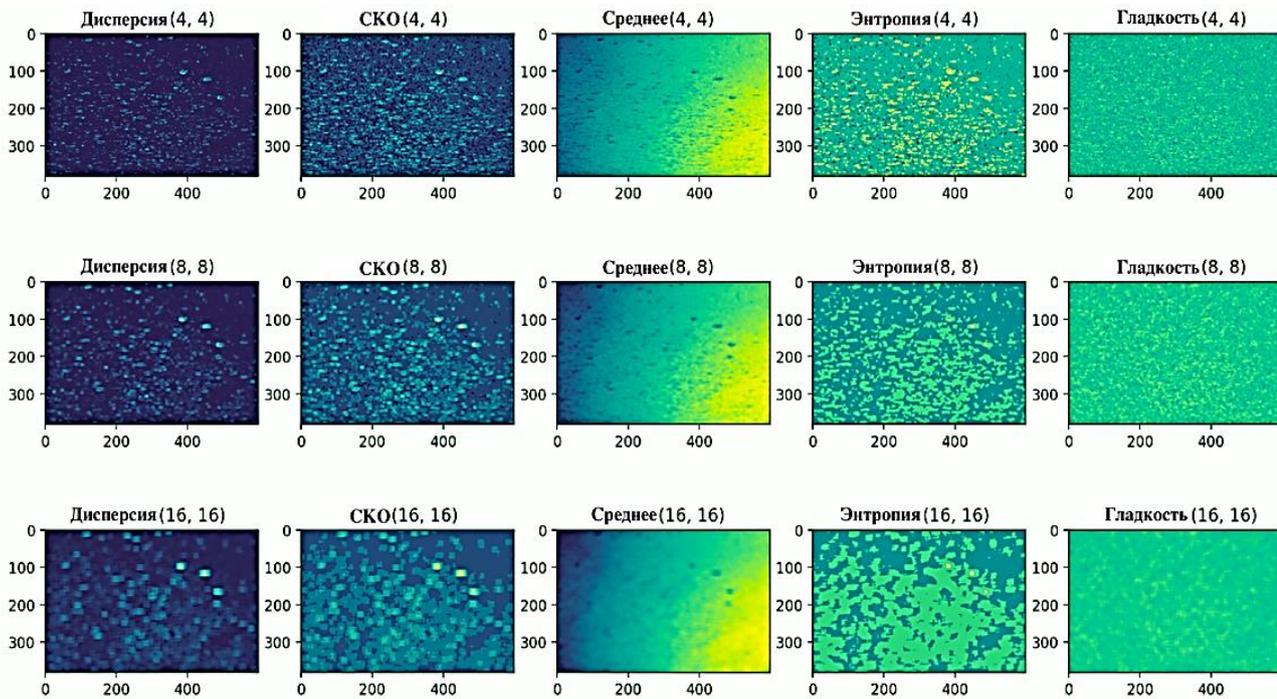


Рисунок 1 – Дефект «Грязь». Слева направо: дисперсия, среднеквадратичное отклонение, среднее, энтропия, гладкость. Сверху вниз: размер скользящего окна 4 x 4, 8 x 8, 16 x 16.

Для всех рассмотренных типов дефектов значения, полученные путем вычета среднего для фона и дефектов, отчетливо различаются, что подтверждает их эффективность в выделении дефектов относительно фона. Помимо этого, вычет среднего демонстрирует оптимальное сочетание быстродействия и качества детекции, сравнимое с другими рассмотренными характеристиками. Время обработки составило 0,06 секунды на CPU и 0,71 секунды на GPU. На основании проведенных экспериментов было решено выполнять предварительную обработку на CPU, а прогнозирование и выполнение алгоритма параллельно на GPU. Таким образом, вычет среднего является предпочтительным выбором для задач быстрой и точной обработки изображений.

Оценка

Достоверность контроля (ДК) представляет собой показатель, который учитывает разницу в ошибках первого и второго рода, оценивая

общую точность работы системы контроля дефектов. Чем выше значение ДК, тем более надежно и точно система контроля дефектов выполняет свою задачу, минимизируя как ложные срабатывания, так и пропущенные дефекты. Этот показатель рассчитывается по формуле:

$$ДК = 1 - (Н + П), \quad (8)$$

где Н – показатель недобраковки (ошибка первого рода);

П – показатель перебраковки (ошибка второго рода).

Недобраковка – измеряет долю дефектов, которые система не обнаружила среди фактических дефектов. Этот показатель представляет собой количество пропущенных дефектов, то есть ложноотрицательных результатов. Рассчитывается по следующей формуле:

$$Н = \frac{FN}{TP + FN} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где FN представляет суммарное количество пропущенных дефектов (ложноотрицательных результатов), а TP – суммарное количество верно обнаруженных дефектов (верноположительных результатов).

Перебраковка – определяет долю ложных срабатываний системы, то есть количество ложных дефектов, которые система обнаружила среди всех дефектов. Рассчитывается по следующей формуле:

$$П = \frac{FP}{TP + FP} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где FP представляет суммарное количество ложных срабатываний (ложноположительных результатов), а TP – суммарное количество верно обнаруженных дефектов (верноположительных результатов).

Для оценки корректности обнаружения объектов истинных и ложных, используется метод пересечения по объединению (англ. Intersection over Union, IoU) [14]. Этот метод определяется следующим выражением:

$$IoU(X, Y) = |X \cap Y| / |X \cup Y|, \quad (11)$$

где X – прогнозируемый набор пикселей, а Y – фактический набор пикселей.

IoU применяется для измерения степени пересечения между прогнозируемым и истинным положением поверхностных дефектов, учитывая пороговое значение IoU : TP – правильное обнаружение, если $IoU \geq$ порога; FP – неправильное обнаружение, если $IoU <$ порога; FN – объект не обнаружен. Показатель достоверности контроля (ДК) может быть рассчитан с использованием IoU в задачах обнаружения объектов. В этом случае результаты сравниваются с истинными границами объектов, используя значение IoU . Образец считается положительным, только если значение IoU между спрогнозированной и истинной границей объекта превышает установленный порог.

Результаты

В ходе работы было проведено несколько экспериментов, в том числе с использованием только одного типа освещения (бокового или рассеянного), комбинированного освещения, различных методов предварительной обработки, изменения количества обнаруживаемых классов, изменения обучающих гиперпараметров.

Использовались для обучения и работы системы видеоинспекции изображения с двумя вариантами освещенности – рассеянным и боковым. Это позволило увеличить возможности оптического метода по оценке количества, размеров и типов дефектов с помощью видеокамеры в режиме реального масштаба времени.

Качество распознавания анализировалось с помощью показателя ДК, рассчитанного с учетом разных отсечек IoU . Результаты оценки качества распознавания для одного класса дефектов, который представляет все возможные типы дефектов изображения, показаны на рисунке 2. В качестве предварительной обработки используется вычитание среднего значения, показавшей лучший результат по производительности и чувствительности системы. Эффективность данного метода была проанализирована путем сравнения результатов с предобработкой и без нее.

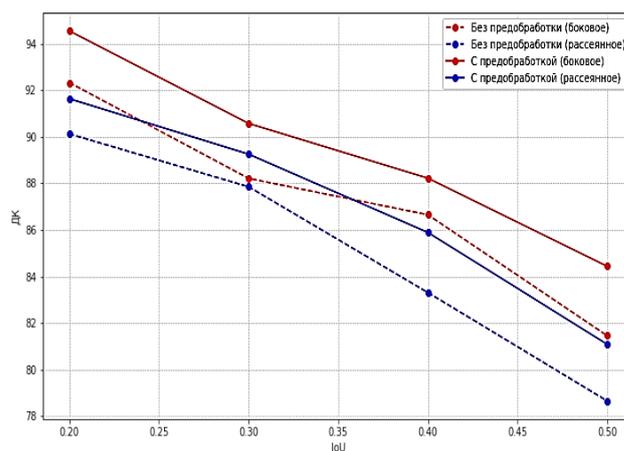


Рисунок 2 – Результат сравнения по обнаружению

Результаты сравнения и оценки качества распознавания для модели с использованием рассеянного типа освещения для шести классов дефектов (обнаружение и классификация) с предобработкой и без представлены на рисунке 3.

Аналогично проведено сравнение для шести классов дефектов с использованием бокового освещения, результаты сравнения приведены на рисунке 4.

Дефекты второго, четвертого и шестого классов лучше распознаются при использовании бокового освещения, а дефекты первого, третьего и пятого классов – при использовании рассеянного. В связи с этим, после обучения классификатора необходимо объединить выходные данные для двух типов освещения. Для этого были разработаны две модели классификаторов на основе сверточной нейронной сети, обучены и объединены в один результирующий классификатор. Использование специальной аннотации и обращение к двум альтернативно обученным моделям нейросетевых классификаторов позволило создать и объединить две модели. При этом при включении соответствующего типа освещения вызывалась соответствующая модель, которая затем осуществляла поиск определенных классов дефектов.

На рисунке 5 представлены результаты оценки качества распознавания шести классов дефектов для комбинированной модели освещения с предобработкой и без нее

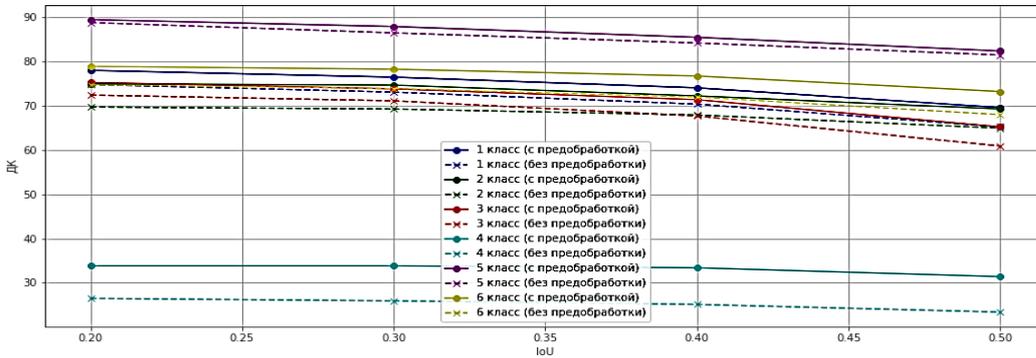


Рисунок 3 – Результаты для рассеянного освещения

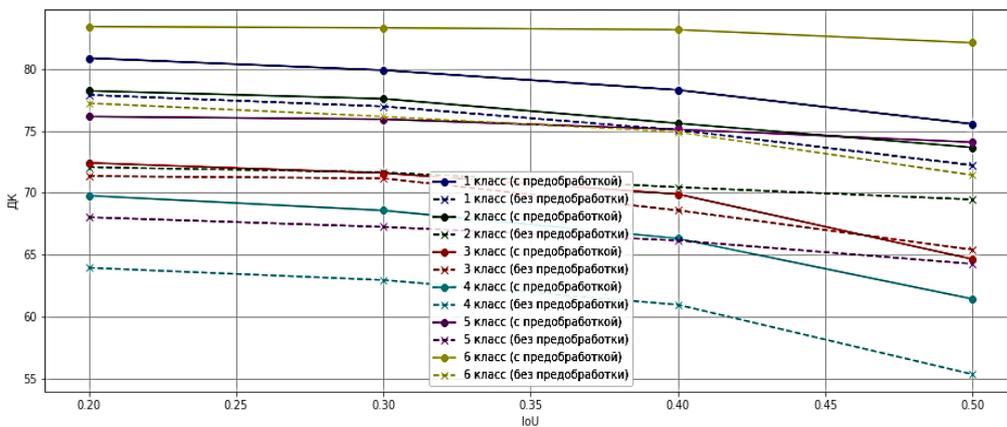


Рисунок 4 – Результаты для бокового освещения

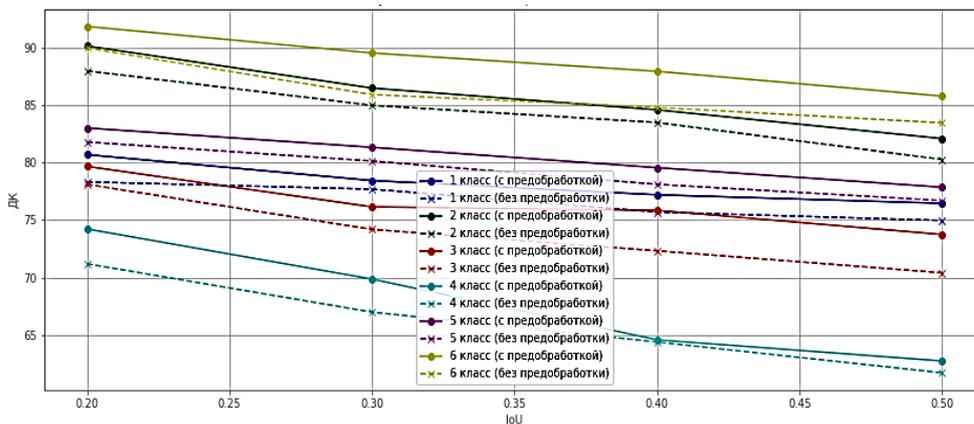


Рисунок 5 – Результаты для комбинированного освещения

На основе анализа проведенных экспериментов можно сделать вывод о значимости этапа предобработки изображений при распознавании дефектов различных классов. В целом, качество распознавания заметно улучшилось благодаря предобработке изображений. Некоторые классы демонстрируют особенно выраженный прирост эффективности, подтверждая важность данного этапа. Низкое качество при высоком пороге IoU

обусловлено множеством микроскопических дефектов площадью около четырех пикселей. Даже небольшие ошибки в разметке серьезно влияют на показатель пересечения областей при таких размерах дефектов.

Эксперименты подтвердили, что предварительная обработка изображений значительно улучшает точность распознавания. К тому же применение метода вычитания среднего значения не снижает производительности алгоритма, делая

его пригодным к использованию в системах реального масштаба времени.

Заключение

В результате был разработан алгоритм для обнаружения и классификации поверхностных дефектов холоднокатанного металлопроката на основе сверточной нейронной сети Faster R-CNN. Ключевой особенностью стал алгоритм предварительной обработки изображений. Он базируется на расчете статистических характеристик изображения, что гарантирует высокую детализацию дефекта с оптическим контрастом (контраст Вебера) не менее 0,25, а также обеспечивает чувствительность системы видеоспецикации, равной четырем пикселям на один мм, что позволяет выявлять даже минимальные дефекты размера 0,5 x 0,5 мм.

Эксперименты подтвердили, что выбор освещения существенно влияет на качество распознавания. Так, рассеянное освещение идеально подходит для дефектов первого, второго и пятого классов, в то время как боковое освещение оптимально для дефектов третьего, четвертого и шестого классов. Использование комплексированной модели сверточной нейронной сети с комбинированным освещением позволяет достичь высоких показателей контроля для всех типов дефектов в одной модели с достоверностью контроля 92% для обнаружения и не менее 74% для классификации по каждому классу дефектов.

Литература

1. Kostenetskiy, P. et al. Real-time system for automatic cold strip surface defect detection // FME Transactions. 2019. Vol. 47(4). P. 765-774.
2. Li, H., Gao, Y., & Liu, J. (2018). A defect detection method for steel plates based on deep learning. Applied Sciences, 8(6), 983.
3. BLiu, H., Hu, Q., & Zhou, W. (2020). A review of surface defect detection methods for steel plates. Journal of Materials Research and Technology, 9(2), 3081-3095.
4. D. Huang, G. Zhang, X. Zhang, and Y. Lu, "Surface defect detection of hot rolled steel strip based on deep learning and illumination normalization," Journal of Materials Processing Technology, vol. 273, p. 116330, 2019.
5. Y. Li, L. Zhu, M. Zhang, Y. Ren, and Y. Cui, "Steel surface defect detection under different illumination conditions," in 2018 3rd International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE), 2018, pp. 840-844.
6. Q. Luo, X. Fang, L. Liu, C. Yang, and Y. Sun, "Automated Visual Defect Detection for Flat Steel Surface: A Survey," IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 69, no. 3, 2020, doi: 10.1109/TIM.2019.2963555.
7. X. Lv, F. Duan, and J. Jiang, "Deep metallic surface defect detection: the new benchmark and detection network," Sensors (Basel, Switzerland), vol. 20, no. 6, 2020.
8. ГОСТ 21014–2022. Металлопродукция из стали и сплавов. Дефекты поверхности. Термины и определения: утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 марта 2022 г. № 182-ст межгосударственный стандарт введен в действие в качестве национального стандарта РФ с 1 сентября 2022 г., введен взамен ГОСТ 21014–88. Дата издания: 14.04.2022. М.: Издательство стандартов, 2022. – 98 с.
9. Litvintseva A., Evstafev O., Shavetov S.V. Real-time Steel Surface Defect Recognition Based on CNN//IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, 2021, pp. 1118-1123
10. Evstafev O., Shavetov S. Surface Defect Detection and Recognition Based on CNN//8th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2022, 2022, pp. 1518-1523
11. Mohan, A.; Poobal, S. Crack detection using image processing: A critical review and analysis // Alex. Eng. J. 2018, Vol. 57. P. 787–798
12. Ren, Shaoqing & He, Kaiming & Girshick, Ross & Sun, Jian. (2015). Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 39. 10.1109/TPAMI.2016.2577031.
13. Ly, Bao & Dyer, Ethan & Feig, Jessica & Chien, Anna & Bino, Sandra. (2020). Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement. The Journal of investigative dermatology. 140. 3-12.e1. 10.1016/j.jid.2019.11.003.
14. M. A. Rahman and Y. Wang, "Optimizing intersection-over-union in deep neural networks for image segmentation," in Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2016, vol. 10072 LNCS, pp. 234–244.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОГО ВОЗДУХА Г. САМАРЫ ТОКСИЧНЫМИ ЧАСТИЦАМИ PM_{10} И $PM_{2.5}$ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ УСЛОВИЯХ

О.В. Ложкина¹

*Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы
МЧС России, Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский пр-т, д. 149.*

В статье представлены результаты изучения структуры и динамики изменения парка автотранспортных средств Самары, результаты натурного обследования интенсивности движения автотранспортных потоков на высоко загруженных участках Ново-Садовой улицы и Московском шоссе Самары и результаты расчетного исследования загрязнения придорожного воздуха мелкодисперсными частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$ при неблагоприятных погодных условиях и высокой интенсивности движения. Установлено, что при характерной интенсивности движения в часы пик для Московского шоссе 5148 авт./час и Ново-Садовой улицы 3940 авт./час возможно формирование в приземном воздухе опасных высоких концентраций PM_{10} и $PM_{2.5}$, превышающих ПДК_{СС} в 1,5-3,5 и 1,2-3,0 раза соответственно.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, автотранспортные потоки, загрязнение воздуха, мелкодисперсные взвешенные частицы PM_{10} и $PM_{2.5}$.

STUDY OF ROAD AIR POLLUTION IN SAMARA BY TOXIC PARTICLES PM_{10} AND $PM_{2.5}$ UNDER ADVERSE WEATHER AND TRANSPORT CONDITIONS

O.V. Lozhkina

*St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Russia, 196105, St. Petersburg, Moskovskiy avenu., 149.*

Article describes the results of the study of the structure and dynamics of changes in Samara's vehicle fleet, the results of the investigation of traffic flows on highly congested sections of Novo-Sadovaya Street and Moskovsky Highway in Samara and the results of a computational study of roadside air pollution by particles PM_{10} and $PM_{2.5}$ at adverse weather conditions and high traffic. It has been established that when the traffic is 5148 vehicle/hour on Moskovsky Highway and 3940 vehicle/hour on Novo-Sadovaya Street, the concentrations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ may exceed the standard limit values by 1,5-3,5 and 1,2-3,0 times, respectively.

Key words: motor transport, traffic flows, air pollution, fine suspended particles PM_{10} and $PM_{2.5}$.

Введение

Загрязнение воздуха городов мелкодисперсными взвешенными частицами с аэродинамическим диаметром менее 10 и 2.5 мкм (PM_{10} и $PM_{2.5}$) представляет серьезную угрозу здоровью населения. Исследования показали, что PM_{10} и $PM_{2.5}$ не только оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую и респираторные системы человека, но и способны вызывать онкологические заболевания и усугубляют течение опасных хронических заболеваний, таких как диабет [1-6].

Согласно данным ВОЗ, если среднегодовая концентрация частиц $PM_{2.5}$ находится на уровне 35 мкг/м³ и более, то риск смертности населения может быть на 15 % выше, чем если их среднегодовое содержание равно или менее 10 мкг/м³ [6]. Например, в крупных городах Китая, таких как Гуанчжоу, Пекин и Шанхай, в 2020 году

среднегодовые концентрации $PM_{2.5}$ составили соответственно 23 мкг/м³, 35,12 мкг/м³ и 32 мкг/м³.

В крупных городах Российской Федерации в целом содержание взвешенных частиц в атмосфере соответствует национальным стандартам качества воздуха, в то же время при неблагоприятных метеоусловиях и высокой транспортной нагрузке имеют место ситуации опасно высокого загрязнения воздуха PM_{10} и $PM_{2.5}$. Так, например, в Санкт-Петербурге в 2022 среднегодовая концентрация $PM_{2.5}$ находилась на уровне 0,04-0,4 ПДК_{СГ} (ПДК_{СГ}=25 мкг/м³), среднегодовая концентрация PM_{10} – на уровне 0,1-0,2 ПДК_{СГ} (ПДК_{СГ}=40 мкг/м³), в то же время максимально разовые концентрации достигали значений 1,4 ПДК_{МР} по $PM_{2.5}$ (ПДК_{МР}=160 мкг/м³) и 1,3 ПДК_{МР} по PM_{10} (ПДК_{МР}= 300 мкг/м³) [7].

¹Ложкина Ольга Владимировна – доктор технических наук, кандидат химических наук, профессор, профессор кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения, e-mail: olojkina@yandex.ru.

Следует отметить, что регулярные наблюдения за содержанием частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ ведутся далеко не во всех городах России.

Выбросы транспортных средств являются основным источником загрязнения городского воздуха частицами $PM_{2.5}$, выделяющимися с отработавшими газами в виде сажи, а также образующимися при истирании тормозных колодок, автомобильных шин и дорожного полотна [8-11].

Проблема загрязнения придорожного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами характерна для многих городов мира и нашей страны, и такой крупный промышленный город с населением более 1200000 человек, как Самара, не является исключением. По данным официальных служб в 2021 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризовался как

«высокий», и взвешенные вещества, наряду с формальдегидом, аммиаком, сероводородом, угарным газом, оксидами азота, ароматическими углеводородами, являются значимыми загрязнителями [12, 13].

Целью настоящего исследования явилось исследование загрязнения придорожного воздуха вдоль высоко загруженных участков улично-дорожной сети мелкодисперсными взвешенными частицами при неблагоприятных для рассеивания аэрозольных частиц погодных условиях.

Методы исследования

Расчетное прогнозирование загрязнения воздушной среды г. Самары мелкодисперсными взвешенными частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$ осуществляли в три этапа (рис. 1).

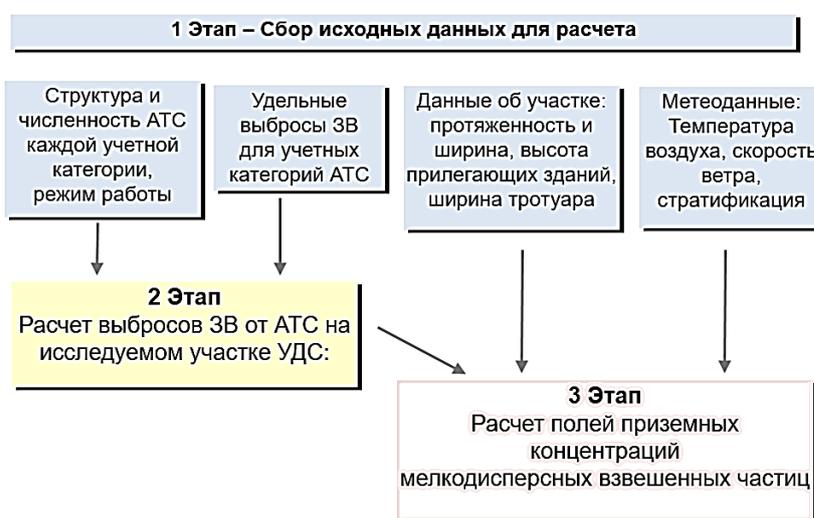


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема расчетного прогнозирования загрязнения воздушной среды мелкодисперсными взвешенными частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$

На первом этапе:

- были собраны и проанализированы исходные данные о структуре автотранспортных потоков и интенсивности трафика на исследуемых участках улично-дорожной сети г. Самары.

- были обобщены сведения о геометрических параметрах автодорог (или их участков) и прилегающей застройки (высота зданий, плотность застройки, ширина проезжей части, количество полос движения, ширина тротуаров);

- расчетное исследование проводилось для неблагоприятных для оседания взвешенных частиц метеорологических условий (сильный ветер, сухая погода, невысокая влажность воздуха).

На втором этапе производился расчет эмиссии PM_{10} и $PM_{2.5}$ от автотранспортных потоков на конкретных участках УДС г. Самары (Ново-Садовая улице и Московском шоссе).

В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России по руководством д.т.н, профессора В.Н. Ложкина разрабатываются методы расчетного прогнозирования и мониторинга загрязнения окружающей среды транспортными выбросами [2, 8, 9, 13-15], здесь же впервые в нашей стране была разработана расчетная методика мониторинга и прогнозирования загрязнения воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$ транспортного процесса с учетом выхлопных частиц, невыхлопных частиц и вторичной взвеси (наносных пылевидных частиц и частиц, поступающих в воздушную среду под действием турбулентных потоков воздуха, возникающих при движении ТС) [14].

В официальных методиках, прошедших государственную экспертизу и регистрацию, в т.ч. в методиках [16] и [17], расчет производится только по выхлопным сажевым частицам $PM_{2.5}$.

Мы взяли за основу методику [16]. Ее расчетный аппарат предполагает определение суммарных выбросов поллютантов от пяти типов автомобилей: легковых; микроавтобусов и автофургонов; грузовых от 3,5 до 12 т; грузовых больше 12 т; автобусов больше 3,5 т.

База данных факторов эмиссии мелкодисперсных загрязняющих веществ, использованная при выполнении численных исследований, была сформирована на основе анализа удельных пробеговых выбросов методики [16] и методики, предложенной в работе [14] – табл. 1.

Таблица 1 – Факторы эмиссии выхлопных $PM_{2.5}$ и невыхлопных PM_{10} и $PM_{2.5}$

| Категория АТС | PM_B | PM_{NB} | | PM_{B+NB} | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | $PM_{2.5B}$, г/км | PM_{10NB} , г/км | $PM_{2.5NB}$, г/км | PM_{10B+NB} , г/км | $PM_{2.5B+NB}$, г/км |
| Легковые | 0,0055 | 0.022 | 0.0052 | 0.028 | 0.0107 |
| ЛКТ < 3.5 | 0,037 | 0.038 | 0.0072 | 0.075 | 0.0442 |
| Грузовые 3.5 – 12 т | 0,37 | 0.088 | 0.0133 | 0.458 | 0.3833 |
| Грузовые > 12 т | 0,44 | 0.161 | 0.0247 | 0.601 | 0,4647 |
| Автобусы > 3.5 т | 0,25 | 0.114 | 0.0160 | 0.364 | 0,266 |

Примечания: PM_B – удельная эмиссия выхлопных взвешенных частиц; $PM_{2.5B}$ – удельная эмиссия выхлопных взвешенных частиц размером менее 2,5 мкм; PM_{10NB} – удельная эмиссия невыхлопных взвешенных частиц размером менее 10 мкм; $PM_{2.5NB}$ – удельная эмиссия невыхлопных взвешенных частиц размером менее 2,5 мкм; PM_{10B+NB} – удельная эмиссия выхлопных и невыхлопных взвешенных частиц размером менее 10 мкм; $PM_{2.5B+NB}$ – удельная эмиссия выхлопных и невыхлопных взвешенных частиц размером менее 2,5 мкм.

Полученные значения факторов эмиссии хорошо согласуются со значениями, приведенными в зарубежных методологиях по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух CERMEIP, RAINS, EMEP/EEA.

Для расчета выбросов от автотранспортных потоков был использован программный продукт «Магистраль» фирмы «Интеграл» (Санкт-Петербург, Россия), расчетный принцип которого построен в соответствии с [16]. Информационная база значений факторов эмиссии поллютантов была дополнена факторами эмиссии мелкодисперсных взвешенных частиц (табл. 1).

На третьем этапе производилось расчетное прогнозирование загрязнения придорожного воздуха при неблагоприятных для оседания мелкодисперсных взвешенных частиц погодных условиях и высокой транспортной нагрузке.

Многолетние исследования, проводимые в Российской Федерации и в странах ближнего зарубежья, подтвердили обоснованность применения для этих целей методического подхода, разработанного в Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова и основанного на уравнении турбулентной диффузии и ряда гидродинамических уравнений [14].

Этот расчетный принцип был реализован в общероссийском нормативном документе «Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».

утвержденном приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 273 от 6 июня 2017 года, и в расчетной программе «Эколог» фирмы «Интеграл» (Санкт-Петербург, Россия). Именно этот программный продукт был использован нами для численных исследований опасного техносферного загрязнения придорожной среды частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$.

Результаты расчета для удобства пользователей представляются в долях ПДК. В отношении допустимого содержания в атмосферном воздухе мелкодисперсных взвешенных частиц в Российской Федерации установлены следующие предельные значения: ПДК_{МР} - максимально разовые ПДК (ПДК_{МР} $PM_{2.5}$ = 160 мкг/м³; ПДК_{МР} PM_{10} = 300 мкг/м³); ПДК_{СС} - среднесуточные ПДК (ПДК_{СС} $PM_{2.5}$ = 35 мкг/м³; ПДК_{СС} PM_{10} = 60 мкг/м³); ПДК_{СГ} - среднегодовые ПДК (ПДК_{СГ} $PM_{2.5}$ = 25 мкг/м³; ПДК_{СГ} PM_{10} = 35 мкг/м³).

Результаты и обсуждение

Характеристика транспортной системы г. Самары

Самара является крупнейшим транспортным узлом РФ – здесь представлены все виды городского транспорта: автомобильный транспорт, городской электрический транспорт (трамваи, троллейбусы, метро), речной транспорт, железнодорожный транспорт и авиационный транспорт.

По данным департамента транспорта и автомобильных дорог администрации г. Самары общая протяженность дорог в городе составляет

1022,7 км, из них протяженность дорог 1-ой категории (автомагистралей и скоростных дорог) – 208,4 км, дорог 2-ой и 3-ей категорий (нескоростные дороги) – 333,3 км, дорог частного сектора и внутриквартальных проездов – 481 км.

Исторически развитие Самары происходило вдоль рек Волга и Самара, и в геометрическом плане город напоминал треугольник, самая длинная сторона которого (~ 40 км) протянулась вдоль Волги (рис. 2). Улично-дорожная сеть города формировалась во второй половине прошлого столетия. Вдоль Волги от исторического центра и до промышленных районов протянулась Ново-Садовая улица, практически параллельно ей, но в глубине, идет Московское шоссе. Московское шоссе объединяет центр, железнодорожный и автовокзалы, спальные микрорайоны Промышленного района и отдаленные части города – поселки Управленческий и Мехзавод. Еще одна важная продольная дорога Самары – улица Гагарина/улица Победы. Она соединяет промышленные предприятия и жилые кварталы Безмянки с районом железнодорожного вокзала. Движение от Волги вглубь города осуществляется в историческом центре по улицам Льва Толстого, Красноармейской, Вилоновской, Полевой, а в спальных и промышленных районах по улицам Советской Армии, Революционной, Ново-Вокзальной, проспекту Кирова, Ташкентской.

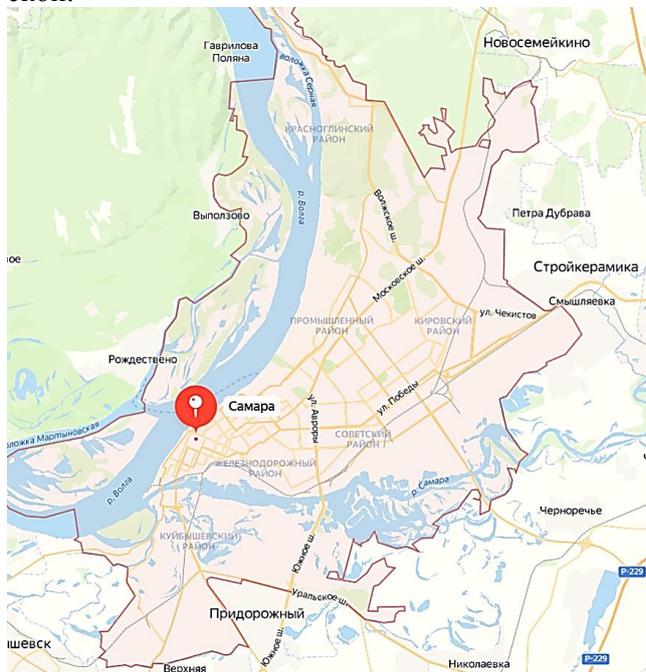


Рисунок 2 – Карта городского округа Самара

Улично-дорожная сеть города, в основном, построенная в 60-80-ых годах 20-ого века, не справляется с высокой транспортной нагруз-

кой, обусловленной высокими темпами автомобилизации населения. В результате на дорогах образуются многокилометровые заторы.

В рамках данного исследования было проведено изучение структуры парка автотранспортных средств Самарской области по статистическим данным ГИБДД и натурное обследование автотранспортных потоков на высоко загруженных участках улично-дорожной сети г. Самары.

Изучение структуры парка автотранспортных средств Самарской области

Данные о численности автотранспортных средств в динамике по годам, начиная с 2008 г., по регионам Российской Федерации представлены на едином портале статистической информации www.fedstat.ru. Динамика изменения количества автотранспортных средств, зарегистрированных в Самарской области в 2017-2021 гг. отражена в табл. 2.

Анализ представленных в табл. 2 данных показывает, что за последние 5 лет общее количество автотранспортных средств в регионе выросло на 5,9 % с 1129000 до 1196000 единиц. При этом за исследуемый период количество зарегистрированных легковых машин выросло на 8,1 % с 975000 до 1054000 единиц, количество грузовых автомобилей снизилось на 6,6 % с 121000 до 113000, количество автобусов снизилось на 12,1 % с 33000 до 29000 единиц.

Доля легковых автомобилей составила в 2021 г. 88,1 %, грузовых – 9,4 %, а автобусов – 2,5 %. Среди автомобилей с установленным экологическим классом доля АТС, отвечающих нормативам Евро 5, составила 35 %, Евро 4 – 39 %, Евро 3 – 14 %, Евро 2 – 7 %, Евро 1 – 1 %, Евро 0 – 4 % [3].

Таблица 2 – Динамика изменения количества легковых и грузовых автомобилей и автобусов в Самарской области в 2017-2021 гг. , тыс.

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|----------|------|------|------|------|------|
| Легковые | 975 | 1025 | 1038 | 1049 | 1054 |
| Грузовые | 12 | 118 | 116 | 115 | 113 |
| Автобусы | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 |
| Всего | 1129 | 1175 | 1185 | 1194 | 1196 |

В открытых официальных источниках статистической информации нет данных о количестве и типах автотранспортных средств, зарегистрированных в городах Российской Федерации,

за исключением городов, имеющих статус субъектов. В то же время, по данным агентства «Авто-стат» по состоянию на январь 2020 г. Самара была признана самым автомобилизированным городом России – 344 автотранспортных средства на 1000 жителей. Для справки: в 1995 г. на 1000 жителей приходилось 95 автомобилей, а в 2005 – 224 автомобиля.

Высокие темпы автомобилизации населения Самары приводят к характерным проблемам больших городов: улично-дорожная сеть, внутриквартальные парковочные территории, сформированные в советский период, не рассчитаны на такое количество автотранспортных средств. В результате в часы пик на автодорогах образуются многочисленные заторы из автомобилей, выбросы которых при неблагоприятных метеоусловиях могут приводить к опасно высокому загрязнению воздуха в плотно застроенных городских кварталах. Это подтверждают проанализированные ранее данные: высокий уровень загрязнения воздуха, характерный для г. Самары, связан в т.ч. и с высокими выбросами автотранспорта. Основными источниками выбросов среди транспортных средств являются легковые автомобили в силу их большой численности и грузовые автомобили в силу более высоких выбросов [14].

Натурное обследование автотранспортных потоков (АТП) на автодорогах с высокой интенсивностью движения г. Самары

В качестве объектов исследования были выбраны две высоко загруженные автодороги г. Самара: Ново-Садовая улица и Московское шоссе, открытые для проезда всех видов автотранспорта.

Ново-Садовая улица – одна из важнейших транзитных городских дорог с регулируемым движением, идущая практически параллельно берегу Волги. Ее общая протяженность составляет 9,04 км. По улице проходит 11 трамвайных маршрутов и 10 автобусных. Дорога широкая: число полос основного движения – 6; число полос движения боковых проездов – 2; ширина проезжей части основной дороги – 2 x 10,50 м; ширина проезжей части боковых проездов – 2 x 6,5 м; ширина разделительной полосы – 2,5 м; ширина тротуаров – 3,0 м; ширина велосипедных дорожек – 3,0 м. Вдоль магистрали протянулись жилые доима, различные учреждения, торговые центры и магазины. Застройка, в основном, разноэтажная.

Московское шоссе является частью федеральной трассы М 5, считается главной автодорогой города, ее протяженность составляет 16,5 км, она занимает 9-е место в России по длине город-

ских улиц. Вдоль дороги преимущественно расположены 12-ти-этажные панельные дома советской застройки, их доля составляет около 70 %, небольшое количество панельных 5-тиэтажных домов-хрущевок (около 15 %), приблизительно 10 % 12-23-этажных новостроек и 5 % магазинов и торгово-развлекательных центров. Характеристики дороги: число полос движения основной дороги – 7; число полос движения боковых проездов – 2; ширина проезжей части основной дороги – 2 x 12,50 м; ширина проезжей части боковых проездов – 2 x 6,5 м; ширина разделительной полосы – 2,5 м; ширина тротуаров – 3,0 м; ширина велосипедных дорожек – 3,0 м. Расстояние от жилых домов до магистрали приблизительно 20-30 метров.

Для определения характеристик автотранспортных потоков в часы пик на выбранных автомагистралях в сентябре-октябре 2022 г. в течение 20 минут по каждому направлению движения был проведен подсчет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях движения по следующим категориям: 1). – легковые (Л); 2) автофургоны и микроавтобусы до 3,5 тонн (АМ); 3) грузовые от 3.5 до 12 т ($\Gamma_{\leq 12}$); 4) грузовые свыше 12 т ($\Gamma_{>12}$); 5) автобусы свыше 3.5 т ($A_{>3.5}$).

Результаты усредненных показателей натуральных обследований структуры и интенсивности движения автотранспортного потока приведены в табл. 3.

Анализ данных табл. 3 подтверждает, что на Московском шоссе интенсивность движения автотранспортных потоков очень высока и составляет в среднем 4167 авт./час вблизи пересечения с Ташкентской улицей и 5148 авт./час вблизи пересечения с ул. 22 Партсъезда, при этом доля грузового транспорта составила соответственно 17,5 и 16,1 %, легкового – соответственно 60 и 62,55 %, легкого коммерческого транспорта – 15,7 и 15,2 %, автобусов – 6,8 и 6,2 %. Средняя скорость движения легковых автомобилей и легкого коммерческого транспорта составляет 32 км/ч, автобусов и грузовых автомобилей – 27 км/ч.

Интенсивность движения на Ново-Садовой улице тоже высокая: 2580 авт./час вблизи пересечения с ул. Осипенко и 3940 авт./час вблизи пересечения с пр. Ленина. Структура автотранспортных потоков здесь отлична от Московского шоссе: превалирует легковой автотранспорт – 83,5 и 82,4 % соответственно, доля микроавтобусов и автофургонов составляет 9,2 и 10,3 % соответственно, доля грузового транспорта – 5,4 и 5,1 %, доля автобусов – 1,9 и 2,2 %. Средняя скорость движения легковых автомобилей и легкого коммерческого транспорта составляет 35 км/ч, автобусов и грузовых автомобилей – 30 км/ч.

Таблица 3 – Результаты обследования интенсивности движения и структуры автотранспортных потоков (усредненные данные)

| Период | Врем. интервал | Автодорога или ее участок | Интенсивность движения, автомобилей/20 минут / % от потока (в обоих направлениях движения) | | | | | | Средняя скорость движения, км/ч | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------|------------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|----|----|----|
| | | | Л | МА | A _{>3,5} | Г _{≤12} | Г _{>12} | Суммарно | Л | МА | A | Г |
| 02.09.2022-10.10.2022 | 16.00-19.00 | Московское шоссе (вблизи Ташкентской ул.) | 834 / 60,0 | 218 / 15,7 | 94 / 6,8 | 124 / 8,9 | 119 / 8,6 | 1389 (4167/час) | 32 | 32 | 27 | 27 |
| 02.09.2022-10.10.2022 | 16.00-19.00 | Московское шоссе после ул. 22 Партсъезда | 1072 / 62,5 | 261 / 15,2 | 106 / 6,2 | 160 / 9,3 | 117 / 6,8 | 1716 (5148/час) | 32 | 32 | 27 | 27 |
| 02.09.2022-25.11.2022 | 16.00-19.00 | ул. Ново-Садовая (вблизи ул. Осипенко) | 718 / 83,5 | 79 / 9,2 | 16 / 1,9 | 20 / 2,3 | 27 / 3,1 % | 860 (2580/час) | 35 | 35 | 30 | 30 |
| 02.09.2022-25.11.2022 | 16.00-19.00 | ул. Ново-Садовая (вблизи пр. Ленина) | 1083 / 82,4 | 135 / 10,3 | 29 / 2,2 | 33 / 2,5 | 35 / 2,6 | 1315 (3940/час) | 35 | 35 | 30 | 30 |
| 02.09.2022-10.10.2022 | 08.30-11.00 | ул. Ленинская | 342 / 86,6 | 53 / 13,4 | - | - | - | 395 (1185/час) | 50 | 50 | | |

Результаты численных исследований опасного загрязнения воздуха частицами PM₁₀ и PM_{2,5} в окрестностях автомагистралей г. Самары и г. Санкт-Петербурга

Прогнозные расчетные исследования техносферного воздействия автотранспортных потоков на качество среды обитания по показателям ее загрязнения мелкодисперсными взвешенными частицами PM₁₀ и PM_{2,5} были проведены на наиболее загруженных участках обследованных внутригородских магистралей г. Самары: на Московском шоссе на участке от улицы Советской Армии до улицы 22 Партсъезда и - на Ново-Садовой улице на участке от проспекта Ленина до улицы Лейтенанта Шмидта.

В табл. 4 представлены прогнозные значения мощности эмиссии PM₁₀ и PM_{2,5} в часы пик от автотранспортных потоков на исследуемых участках Московского шоссе и Ново-Садовой улицы г. Самары.

На рис. 3 визуализированы в виде изолиний поля приземных концентраций PM₁₀ в долях ПДК_{СС} в окрестности Московского шоссе на участке от ул. Советской Армии до 22 Партсъезда.

Таблица 4 – Прогнозные значения максимальной мощности эмиссии PM₁₀ и PM_{2,5} от автотранспортных потоков на Московском шоссе и Ново-Садовой улице г. Самары в часы пик

| PM | Мощность эмиссии, г/с | |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| | Московское шоссе (от ул. Советской Армии до ул. 22 Партсъезда) | Ново-Садовая улица (от пр. Ленина до ул. Лейтенанта Шмидта) |
| PM _{10B+NB} | 0.148 | 0,067 |
| PM _{10B} | 0.091 | 0,041 |
| PM _{10NB} | 0.057 | 0,026 |
| PM _{2.5B+NB} | 0.108 | 0,054 |
| PM _{2.5B} | 0.091 | 0,041 |
| PM _{2.5NB} | 0.017 | 0,013 |

Расчетные исследования загрязнения атмосферного воздуха вблизи Московского шоссе и Ново-Садовой улицы г. Самары показали, что высокая загрязненность дорожной среды грязевыми отложениями в весенний период в сочетании с высокой транспортной нагрузкой и неблагоприятными метеоусловиями (длительной ясной сухой погодой, низкой/умеренной влажностью, при сильном ветре, способствующем устойчивому ви-

танию в воздухе ВЧ) могут приводить к формированию опасно высоких концентраций PM_{10} и $PM_{2.5}$, превышающих ПДК_{СС} в 1,5-3,5 и 1,2-3,0 раза соответственно

Заключение

1. Изучение состояния среды обитания показало, что Самара относится к городам с высоким загрязнением атмосферного воздуха: в городе многократно превышен допустимый уровень содержания формальдегида, периодически имеет место экстремально высокое загрязнение сероводородом и повышенное загрязнение угарным газом, оксидами азота, мелкодисперсными взвешенными частицами и бенз(а)пиреном. Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет 45-50 %.

2. Автотранспорт является одним из источников опасного техносферного загрязнения городской среды опасными взвешенными частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$, поступающими в воздух в виде сажи с отработавшими газами двигателей автомобилей, при истирании тормозных колодок, покрышек шин и дорожного полотна и при суспендировании грязевых отложений движущимися автотранспортом.

3. Экспериментальное и аналитическое исследование содержания опасных веществ в придорожных отложениях и продуктах износа дорожных покрытий подтвердило превышение содержания бенз(а)пирена относительно ПДК для грунтов в 1,3–5,5, раз и соответствие содержания полициклических ароматических углеводородов в покрышках шин соответствующим нормативным показателям.

4. Установлено, что с 2017 по 2021 г. количество автотранспортных средств в Самарской области выросло на 5,9 % и составило 1196000 единиц во всем регионе и 403615 единиц в Самаре. Доля легковых автомобилей составила в 2021 г. 88,1 %, грузовых – 9,4 %, а автобусов – 2,5 %. Натурное обследование автотранспортных потоков подтвердило высокую загруженность в час пик транзитных городских автодорог, а именно Московского шоссе и Ново-Садовой улицы – 5148 авт./час и 3940 авт./час соответственно.

5. Расчетные исследования загрязнения атмосферного воздуха вблизи Московского шоссе и Ново-Садовой улицы г. Самары показали, что высокая загрязненность дорожной среды грязевыми отложениями в весенний период в сочетании с высокой транспортной нагрузкой и неблагоприятными метеоусловиями (длительной ясной сухой погодой, низкой/умеренной влажностью, при сильном ветре, способствующем устойчивому витанию в воздухе ВЧ) могут приводить к формированию опасно высоких концентраций

PM_{10} и $PM_{2.5}$, превышающих ПДК_{СС} в 1,5-3,5 и 1,2-3,0 раза соответственно.

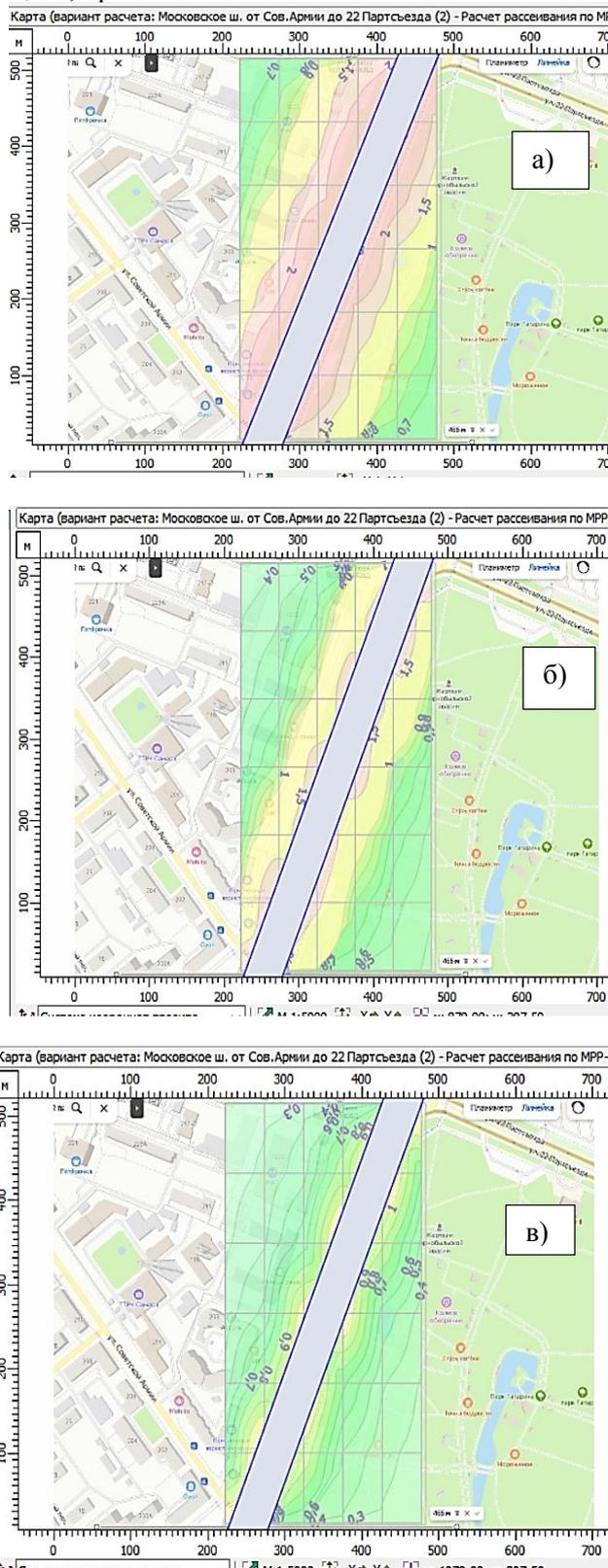


Рисунок 3 – Вероятное загрязнение атмосферного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами PM_{10} при неблагоприятных метеорологических условиях и интенсивном трафике на Московском шоссе на участке от ул. Советской Армии до пр. 22 Партсъезда: а) суммарно; б) выхлопными; в) невыхлопными

Литература

1. Б.А. Ревич. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе и их воздействие на здоровье жителей мегаполисов // ПЭММЭ. 2018. Том XXIX. № 3. DOI: 10.21513/0207-2564-2018-3-53-78.
2. Ложкин В.Н. Закономерности развития техногенного явления диффузии поллютантов в атмосфере Санкт-Петербурга // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. № 1 (61). С. 60-66.
3. Lili Zhang, John P Wilson, Na Zhao, Wenhao Zhang, Yu Wu. The dynamics of cardiovascular and respiratory deaths attributed to long-term PM_{2.5} exposures in global megacities // Science of The Total Environment. 2022. V. 842. 156951.
4. Jiqun Wen, Xiaowei Chuai, Runyi Gao, Baoxin Pang. Regional interaction of lung cancer incidence influenced by PM_{2.5} in China // Science of The Total Environment. 2022. V. 803. 149979.
5. Burkart et al. Estimates, trends, and drivers of the global burden of type 2 diabetes attributable to PM_{2.5} air pollution, 1990–2019: an analysis of data from the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet Planetary Health. 2023. V. 6. Issue 7. E586-E600.
6. Hui Zhong, Rui Xu, Hongliang Lu, Yonghong Liu, Meixin Zhu. Dynamic assessment of population exposure to traffic-originated PM_{2.5} based on multi-source geo-spatial data // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2023. V. 124. 103923.
7. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2022 году/ Под редакцией А.В. Германа, И.А. Серебрицкого. СПб.: Правительство Санкт-Петербурга. 2023. 226 с.
8. Ложкина О.В., Малышев С.А., Хахленов А.В. Исследование опасного загрязнения придорожного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами PM₁₀ и PM_{2.5} на примере Санкт-Петербурга // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 2 (59). С. 96-103.
9. Ложкина О.В., Пенченков А.Ю., Малышев С.А. Совершенствование и повышение эффективности информационного процесса мониторинга и прогнозирования опасного загрязнения воздушной среды мелкодисперсными взвешенными частицами // В сборнике: Технологии построения когнитивных транспортных систем. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2021. С. 175-177.
10. Chengcheng Yu, Yongqi Deng, Zhengtao Qin, Chao Yang, Quan Yuan. Traffic volume and road network structure: Revealing transportation-related factors on PM_{2.5} concentrations // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2023. V. 124. 103935.
11. Asjad Naqvi, Stefanie Peer, Johannes Müller, Markus Straub. The spatial-temporal exposure to traffic-related Particulate Matter emissions // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2023. V. 123. 103935.
12. Экологический бюллетень. Самарская область. 2021 год. Самара: ФГБУ Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», 2022. 52 с.
13. Ложкина О.В., Малышев С.А. Анализ чрезвычайного загрязнения придорожной среды полициклическими ароматическими углеводородами и тяжелыми металлами в районах с интенсивной транспортной нагрузкой // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2023. № 2 (64). С. 61-66.
14. Ложкина О.В. Методология прогнозирования и мониторинга чрезвычайного воздействия транспорта на городскую среду и население / Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2018. 379 с.
15. Ложкин В.Н., Пенченков А.Ю., Гавкалюк Б.В. Физикоматематическая модель образования, распространения, накопления и опасного воздействия транспортных PM₁₀ и PM_{2.5} с учетом их химического состава в условиях чрезвычайных ситуаций // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2019. № 1. С. 1-6.
16. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.11.2019 № 804 "Об утверждении методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха" (Зарегистрирован 24.12.2019 № 56957).
17. ГОСТР 56162- 2019. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории.

МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ УДАЛЁННОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ

Р.Н. Сафиуллин¹, Р.Р. Сафиуллин², К.В. Сорокин³

*Санкт-Петербургский Горный университет,
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2, Россия.*

Данная статья посвящена внедрению систем удалённого диагностирования пассажирского транспорта в городских агломерациях. На основании изучения современных технологий, применимых для повышения безопасности, разработан новый метод установления технического состояния транспортного средства путем прогнозирования потенциальных отказов. Разработаны рекомендации по повышению безопасности, которые включают меры обучения и осведомленности участников дорожного движения. Получен эффект от введения предложенной методики, показывающий снижение количества ДТП, связанных с техническими неисправностями.

Ключевые слова: система удаленной диагностики, повышение безопасности транспортных средств, предупреждение случайных отказов.

METHODS OF IMPLEMENTATION OF SYSTEMS OF REMOTE DIAGNOSTICS OF PASSENGER TRANSPORT IN URBAN AGGLOMERATIONS

R.N. Safiullin, R.R. Safiullin, K.V. Sorokin
Saint Petersburg Mining University,

199106, St. Petersburg, Vasilievsky Island, 21 line 2, Russia.

This article is devoted to the introduction of remote diagnostics systems for passenger transport in urban agglomerations. Based on the study of modern technologies used to improve safety, a new method has been developed to establish the technical condition of the vehicle by predicting potential failures. Recommendations have been developed to improve safety, which include training and awareness measures for road users. The effect of the introduction of the proposed methodology was obtained, showing a decrease in the number of accidents associated with technical malfunctions.

Keywords: remote diagnostics system, improvement of vehicle safety, prevention of accidental failures.

Введение

В отсутствие системы удаленного мониторинга диагностических параметров и режимов эксплуатации контроль технического состояния сводится обычно к ежедневному осмотру автобуса дежурным контролером или более тщательным, но редким обследованиям во время технического обслуживания и ремонта. Отсутствие контроля за техническим состоянием также может привести к нарушению правил дорожного движения и повышенной опасности для пассажиров и других участников дорожного движения.

Ежедневный технический осмотр позволяет обнаружить внешние признаки неисправностей, такие как утечки, дымление и механические повреждения. Однако большинство признаков неисправностей, которые возникают при работе с отклонениями от установленных производителем режимов, невозможно заметить невооруженным

глазом, и их можно обнаружить только путем измерения рабочих параметров.

Осмотр узлов машины в разобранном состоянии при обслуживании и ремонте часто является наиболее эффективным способом обнаружения дефектов. Однако интервал проведения таких мероприятий не позволяет оперативно реагировать и предотвращать работу в штатных режимах. То же самое относится к стандартным средствам автоматизации, поставляемым производителем техники. В большинстве случаев они предназначены для офлайн использования и позволяют только констатировать дефект и оценить его степень развития с определенной задержкой во времени.

Таким образом, традиционные подходы к контролю технического состояния и проведению плановых ремонтов имеют потенциал для улучшения в части исключения штатных режимов

¹Сафиуллин Равиль Нурулович – доктор технических наук, профессор кафедры транспорта-технологических процессов и машин, +7 (911) 198-95-66, e-mail: safravi@mail.ru;

²Сафиуллин Руслан Равилович – кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта-технологических процессов и машин, +7 (911) 240-88-51, e-mail: safiullin@yandex.ru;

³Сорокин Кирилл Владиславович – аспирант, e-mail: kiros_00@bk.ru.

работы машин, вызванных возникновением дефектов. При таких режимах работа ресурса сокращается и становится неоптимальной, что приводит к ухудшению экономической и инвестиционной эффективности производства.

Основная часть

Для обеспечения непрерывной и эффективной работы транспортного средства (ТС) необходимо систематически контролировать его техническое состояние. Существуют два способа осуществления мониторинга технического состояния подвижного состава:

1. Периодический осмотр специалистами автотранспортного предприятия (АТП) или автосервиса узлов и агрегатов при заезде ТС в ремонтную зону.

2. Непрерывный контроль состояния ТС с использованием бортовых и стационарных технических средств в автоматическом или автоматизированном режиме.

Первый способ является основой планово-предупредительной системы обслуживания и ремонта. Путем плановых профилактических мероприятий хорошо контролируются параметры технического состояния, связанные с постепенным износом узлов и отдельных элементов ТС в течение времени. Однако нелинейные параметры практически не поддаются контролю, в то время как непрерывный мониторинг позволяет контролировать как линейные, так и нелинейные параметры. Поэтому предпочтительным является контроль технического состояния ТС в автоматическом режиме. Телематическая система непрерывного мониторинга, основанная на взаимодействии бортового диагностического оборудования с сервером операторской службы АТП или автосервиса, позволяет перейти к применению системы технического обслуживания и ремонта ТС в соответствии с его текущим состоянием.

Формирование автоматизированной телематической системы мониторинга технического состояния (АТС МТС) включает две основные подзадачи:

1. Разработка бортовой системы дистанционного мониторинга, которая будет устанавливаться на транспортное средство.

2. Создание системы взаимодействия между "бортом" и внешней операторской службой (например, ремонтной службой АТП, диспетчерской автосервиса или центром обработки данных), с целью выработки управляющих решений при обнаружении и распознавании неисправностей.

АТС МТС должна выполнять следующие функции:

а) дистанционное диагностирование технического состояния ТС, то есть точное определе-

ние состояния элементов (узлов, агрегатов или систем) автомобиля, независимо от его местонахождения.

б) дистанционное распознавание неисправностей на основе проведенной диагностики.

в) принятие решений относительно дальнейшего рекомендуемого режима движения (остановки) транспортного средства и определение наиболее подходящей станции для сервисного обслуживания в зависимости от характера неисправности (особенно актуально для междугородних или немаршрутизированных перевозок).

г) формирование и поддержка информационной базы, необходимой для интерпретации диагностической информации. Наличие информационной базы должно обеспечивать высокую достоверность распознавания признаков неисправностей, а также точность и эффективность принимаемых решений.

Важно отметить, что основным отличием АТС МТС от простой бортовой диагностической системы является ее предвещающий характер, который позволяет не только фиксировать уже произошедший отказ, но и прогнозировать его возникновение, скорость развития и своевременно предупреждать о возможной опасности.

Кроме того, на АТС МТС возлагаются задачи, которые реализуются планово-профилактической стратегией технического обслуживания и ремонта. Сюда входят контроль параметров, изменяющихся медленно, и определение сроков и объемов ремонтных работ.

В целом, автоматизированная телематическая система мониторинга технического состояния (АТС МТС) направлена на обеспечение надежной работы транспортных средств путем предотвращения неисправностей и своевременного реагирования на возникающие проблемы. Она позволяет повысить эффективность эксплуатации, уменьшить затраты на ремонт и предотвратить возникновение аварийных ситуаций.

Разработка системы, которая соответствует всем перечисленным требованиям, является сложной и требует решения ряда научных задач. Эти задачи включают:

Разработка методики для построения системы, учитывающей конструкцию, условия эксплуатации и особенности конкретного транспортного средства (или группы однотипных ТС), а также цели и задачи, поставленные заказчиком.

Формирование оптимального перечня критериев для определения предотказного состояния транспортного средства.

Разработка различных стратегий мониторинга технического состояния ТС и алгоритмов их реализации, которые зависят от характера изменения контролируемых параметров.

Корректировка предельных значений параметров с учетом воздействия внешних факторов, которые могут влиять на состояние транспортного средства.

Разработка механизмов информационного взаимодействия между бортовым оборудованием и операторской службой, реализуемых в автоматическом или автоматизированном режиме без участия водителя.

Каждый из этих этапов требует выполнения конкретных задач и осуществления определенных действий:

1. Анализ требований и спецификаций заказчика: проводится детальное изучение требований и ожиданий заказчика от системы. Определяются основные функциональные возможности и характеристики системы.

2. Исследование конструкции и особенностей ТС: изучаются особенности конструкции, условий эксплуатации и основных факторов, влияющих на техническое состояние ТС. Анализируются данные о прошлых неисправностях и поломках.

3. Разработка методологии и выбор критериев: разрабатывается методика, основанная на научных принципах и позволяющая определить предотказное состояние. Выбираются наиболее информативные и релевантные критерии для контроля технического состояния ТС.

4. Создание стратегий мониторинга и разработка алгоритмов: формулируются различные стратегии мониторинга в зависимости от характера изменения контролируемых параметров. Разрабатываются алгоритмы обработки и анализа данных, получаемых от бортового оборудования.

5. Интеграция бортового оборудования и операторской службы: реализуется взаимодействие между бортовым оборудованием, установленным на ТС, и операторской службой. Разрабатываются механизмы передачи данных и коммуникации, чтобы обеспечить автоматическую или автоматизированную работу системы без участия водителя.

6. Испытания и настройка системы: проводятся испытания системы на различных этапах ее разработки и интеграции. Выполняется настройка алгоритмов, параметров и пороговых значений для обеспечения точности и надежности диагностики.

7. Внедрение и мониторинг эффективности: система внедряется на практике, устанавливается на ТС и начинает работу в реальных условиях эксплуатации. Проводится постоянный мониторинг эффективности системы, сбор и анализ данных.

При разработке АТС МТС особое внимание уделяется выделению из общего перечня отказов те, которые представляют наибольшую

опасность и могут иметь серьезные негативные последствия, а именно:

1. Отказы, приводящие к ДТП: это включает отказы, которые могут непосредственно привести к аварийным ситуациям на дороге из-за технического состояния ТС. Такие отказы могут представлять угрозу для безопасности пассажиров, водителей и окружающих.

2. Отказы, приводящие к выходу из строя дорогостоящих агрегатов: некоторые отказы могут привести к поломке дорогостоящих и важных агрегатов, требующих их замены или ремонта. Это связано со значительными финансовыми затратами, поскольку замена или восстановление таких агрегатов может быть дорогостоящим и требовать длительного времени.

Информация о состоянии бортовых узлов, агрегатов и режимах эксплуатации техники имеет важное значение для оперативного предотвращения аварийных ситуаций, поломок и неисправностей, а также для поддержания оборудования в надлежащей технической готовности. Передача этой информации, собранной на бортовом компьютере, в диспетчерский центр предприятия по беспроводной сети передачи данных является основой для разработки автоматизированных систем управления.

Одним из частичных решений этой проблемы является периодическая плановая удаленная диагностика, при которой на автомобиль устанавливается информационный блок с передатчиком, а сканер с компьютером размещается на базе подвижного состава. Схема такой системы показана на рисунке 1. Это позволяет проводить диагностику без необходимости перемещения автомобиля и экономит время на обслуживание техники, что в итоге повышает общий уровень безопасности пассажирских перевозок.

Для проведения удаленной диагностики автомобиля используется следующая схема: через разъем OBD-II, расположенный в автомобиле, подключается диагностический контроллер. Этот контроллер отправляет оцифрованную информацию в передающий модуль. Затем передающий модуль, используя радиоканал (например, GSM), передает информацию в приемный модуль, который установлен на месте базирования техники. Полученная информация затем передается в диагностическую информационную систему, которая выполняет функции сканера. Эта система способна обрабатывать полученные данные и выдавать результаты на персональном компьютере.

С появлением технической возможности собирать и хранить данные по каждой марке автомобиля или даже каждому единичному автопарку, диагностические системы и комплексы, обеспечивающие непрерывное отслеживание и прогнозирование технического состояния, ак-

тивно развиваются. Сбор, накопление и обработка статистических и диагностических данных должны учитывать особенности каждой конкретной единицы техники.

Исходя из этого разработка теоретических положений построения системы удаленного диагностирования включает в себя три этапа:

- Разработать подсистему сбора данных;
- Разработать систему контроля технического состояния транспортного средства путем передачи информации с бортового компьютера;
- Разработать единое программное обеспечение для контроля технического состояния на линии и при выезде из парка

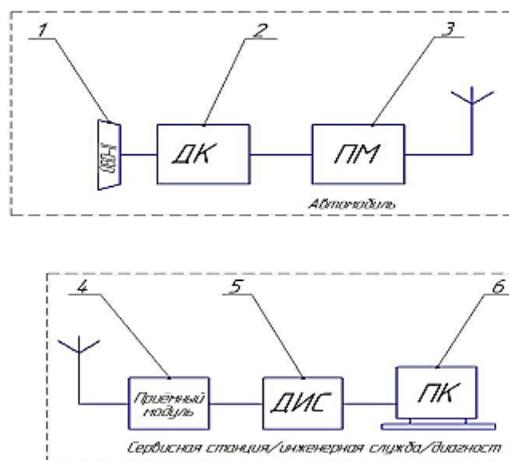


Рисунок 1 – Схема системы удалённой диагностики с односторонней связью: 1 – разъем OBD-II; 2 – диагностический контроллер; 3 – передающий модуль; 4 – приёмный модуль; 5 – диагностическая информационная система; 6 – персональный компьютер



Рисунок 2 – Структурная схема удаленной системы контроля технического состояния подвижного состава

Исходя из представленной схемы можно провести сравнительную оценку используемого метода контроля и диагностирования после введения системы удаленного диагностирования.

Ввиду того, что весь процесс основывается на визуальном осмотре и компетентности механика, который принимает машину, данные операции становятся зависимыми от знаний и умений одного человека.

Применение системы дистанционной диагностики ориентировано на раннее реагирование на отклонения от штатных режимов работы, их предотвращение и тем самым – сохранение уровня безопасности, заявленном производителем.

Прежде всего внедрение на предприятии централизованной системы оперативного контроля технического состояния формирует новые функции подразделений. На предприятии должна

быть определена должностная роль по контролю событий системы (обнаружение нештатных технических состояний АТС) и обеспечению реакции на них – остановка работы, назначение осмотра конкретных узлов и подсистем согласно сообщениям системы, а также внеочередных сервисных мероприятий и т.д. При таких организационных изменениях неизбежны сложности с оперативной реакцией: традиционно предприятия выделяют регламентные окна для ремонтных и сервисных мероприятий, вне которых остановка работы техники возможна только при отказе.

Таким образом, причастные руководящие службы и подразделения с момента вышеназванных нововведений должны обеспечить работу диспетчера и отработку его предписаний: линейные и сменные руководители – контроль оперативности, верхнеуровневое руководство – контроль непрерывности.

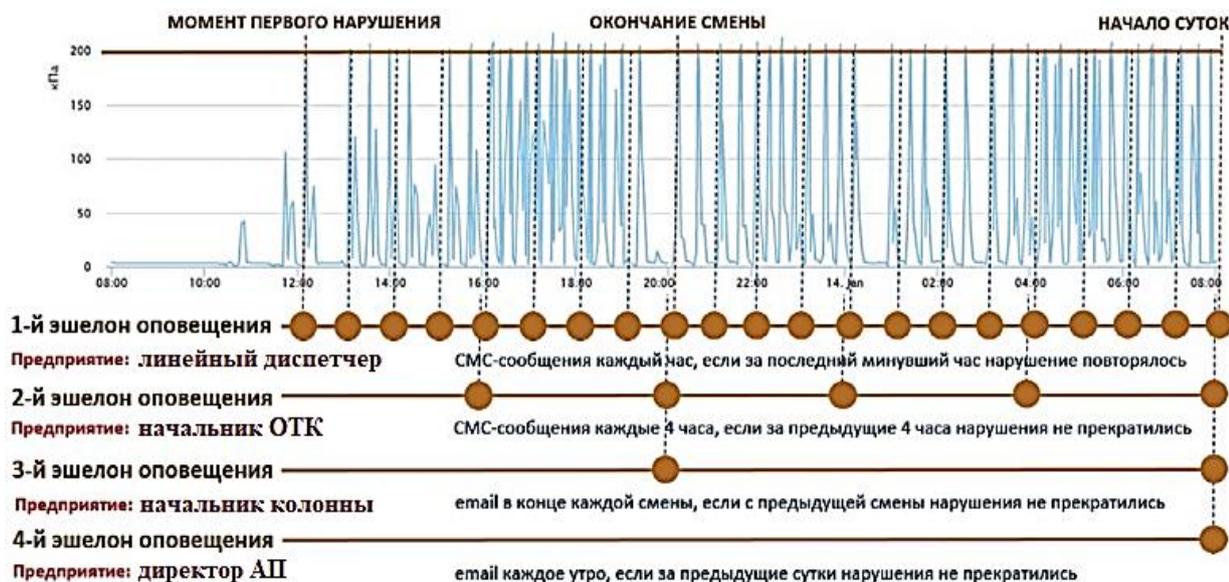


Рисунок 3 – Порядок оповещения о нарушениях штатного технического состояния

При внедрении системы, определено 5 эшелонов оповещения (рис. 3): для линейного персонала и руководства.

Автоматическая рассылка сообщений системы в первую очередь ориентирована на линейный персонал и руководство. Каждый случай нарушения штатного технического состояния на каждой единице техники доводится до линейного диспетчера через СМС. Формат сообщения включает идентификацию конкретной машины, проблемный параметр, диапазон колебаний его значения за пределами штатной нормы и суммарное время нештатной работы (рис. 4).

| | | | |
|------------|------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 15.04.2020 | 205: ДВС | Температура топлива | 84 (81–93) С 120 мин. 15.04.2020 1:50:41 – 15.04.2020 3:50:50 |
| | 205: СКДШ | Правое переднее колесо | 8,2 (8,2–8,3) бар 658 мин. 15.04.2020 19:50:38 – 16.04.2020 6:49:05 |
| | 205: СУТЭП | Напряжение батареи | 27 (0–27) В 478 мин. 15.04.2020 0:50:38 – 15.04.2020 8:48:27 |
| | 207: СКДШ | Левое переднее колесо | 7 (6,9–7) бар 61 мин. 15.04.2020 8:49:34 – 15.04.2020 9:50:57 |
| | 113: СКДШ | Правое переднее колесо | 6,9 (6,8–7) бар 61 мин. 15.04.2020 8:49:34 – 15.04.2020 9:50:57 |

Рисунок 4 – Формат оповещения системы: ДВС – события двигателя, СУТЭП – тяговые приводы, СКДШ – шины

При сохранении нештатного значения по такому параметру в течение каждого последующего часа СМС повторяется.

Начальник автоколонны оповещается в том же виде по всем актуальным нарушениям по парку каждые 4 часа. Главный механик предприятия и заместитель директора по производству раз в смену получают сообщение электронной почты

того же формата с итогами по смене. Директору предприятия итог направляется ежесуточно.

Наконец, средствами интеграции с системой управления производством ответственным руководителям доступен отчет о нарушениях – суточный или за произвольный период. По результатам внедрения системы мониторинга и оповещения с вышеописанным подходом порядка 78% сообщений по ее событиям приходится на дежурного механика и еще порядка 20% – на начальника автоколонны. Таким образом, руководство предприятия получает уведомления только по единичным случаям, требующим отдельного внимания.

Главный вывод заключается в том, что применение удаленных систем контроля автобусов может значительно сократить время реагирования и уменьшить вероятность человеческой ошибки.

Основные преимущества удаленной системы контроля и диагностики автобусов включают:

1. Сокращение времени проведения контроля: Удаленная система диагностики позволяет значительно ускорить процесс проверки состояния автобуса перед отправлением на маршрут. Это позволяет сократить время, затрачиваемое на контроль, и повысить эффективность работы.

2. Минимизация человеческого фактора: удаленная система диагностики уменьшает зависимость от человеческого фактора в процессе контроля. Это помогает снизить вероятность ошибок, связанных с человеческим недосмотром или недостаточным опытом. Точность контроля повышается благодаря автоматизированным алгоритмам и анализу данных.

3. Уменьшение отказов и неисправностей: благодаря удаленной системе диагностики возможно раннее обнаружение и предупреждение о потенциальных неисправностях и отказах в автобусе. Это позволяет проводить своевременное обслуживание и ремонт, что в свою очередь повышает надежность и безопасность автобусов как для пассажиров, так и для водителей.

4. Снижение аварийных ситуаций: удаленная система диагностики способствует снижению количества аварийных ситуаций, связанных с техническими неисправностями на линии. Благодаря раннему обнаружению проблем и своевременному вмешательству, можно предотвратить серьезные поломки и аварии, обеспечивая безопасность как для автобусов, так и для окружающих участников дорожного движения.

Внедрение удаленной системы контроля и диагностики автобусов позволяет значительно повысить эффективность работы транспортных средств, снизить затраты на обслуживание и ремонт, а также обеспечить безопасность и надежность для пассажиров и персонала.

Исходя из информации об основных узлах и системах автобуса для представления текущей ситуации в данной области, необходимо обработать информацию технических неисправностей, которые возникают в автобусном парке.

В этой ситуации целесообразным будет внедрение нового показателя, который будет оценивать безопасность пассажирских перевозок на основании количества ДТП и количества заявок, запрещающих эксплуатацию транспортного средства – коэффициент безопасности транспортных средств.

Коэффициент безопасности перевозок за год может быть определен по формуле:

$$K_{Б.Т.С.М.} = \frac{N}{k_1 + k_2 + k_3},$$

где k_1 – количество ДТП без пострадавших
 k_2 – количество погибших
 k_3 – количество раненых
 N – количество транспортных средств

На основании отрицательной динамики количество заявок на ремонт целесообразным будет внедрение относительного коэффициента эксплуатационной безопасности из данных по месячным заявкам. Рассчитать данный коэффициент можно по формуле:

$$K_{ЭБ.Т.С.М.} = \frac{A - n_m}{A},$$

где A – количество транспортных средств;
 n – количество неисправностей, запрещающих эксплуатацию (в среднем за месяц).

Данные показатели целесообразно использовать по окончании месяца для оценки динамики безопасности транспорта в парке.

Используя теоретическое исследование и статистические данные о заявках в парке можно

составить актуальную модель, которая будет представлять текущую готовность ТС, что определяет ее характеристики безопасности. В данной модели каждая система имеет вес в зависимости от частоты заявок, на основании экспертного мнения из теоретического исследования можно ввести корректирующий коэффициент.

Таблица 1 – **Корректирующие коэффициенты**

| Система ТС | Весовой коэффициент | Оценка эксперта | Экспертный коэффициент |
|--------------------------------------|---------------------|-----------------|------------------------|
| 1. Безопасность и комфорт пассажиров | 0,12 | 1,2 | 1,2 |
| 2. ДВС | 0,14 | 3 | 1,18 |
| 3. ДТП | 0,0098* | - | - |
| 4. Колеса | 0,07 | 9 | 1,04 |
| 5. Подвеска | 0,04 | 10 | 1,02 |
| 6. Прочее | 0,06** | - | - |
| 7. Рулевое управление | 0,018 | 8 | 1,06 |
| 8. ТО | 0,11*** | - | - |
| 9. Тормоз | 0,04 | 6 | 1,1 |
| 10. Трансмиссия | 0,029 | 7 | 1,08 |
| 11. Электрооборудование | 0,3 | 5 | 1,12 |

*ДТП – в случае, если в результате происшествия помимо внешних повреждений произошли дополнительные отказы данный оценочный коэффициент суммируется

**Прочее – в данном пункте представлены операции, не сказывающиеся на безопасности ТС (очистные мероприятия и др.)

***ТО – так как техническое обслуживание проводится для поддержания работоспособного состояния, в случае его проведения оценочный коэффициент вычитается в расчете.

Так как количество отказов транспортного средства и их тяжесть находится в прямой зависимости срока эксплуатации автобуса, то необходимо задать временной коэффициент. Ввиду того, что нормативный документ, регулирующий процесс временной эксплуатации находится в разработке, для оценки использования автобуса на линии был проведен экспертный опрос. Согласно, экспертному анализу, рекомендуемый срок эксплуатации – 7 лет, допустимый – 10 лет, автобус используемый более 10 лет следует списать. Тогда временной коэффициент будет равен:

Для ТС, используемых до 7 лет – 1,2;

Для ТС, эксплуатируемых в промежутке от 7 до 10 лет – 1,1;

Для ТС, осуществляющем перевозки после 10 лет – 1,1.

Тогда коэффициент безопасности одного ТС:

$$K_{TC} = \frac{q_1 C_1 + \dots + q_n C_n}{T_n},$$

где q_1 – заявка на ремонт узла из системы безопасности и комфорт пассажиров;

C_1 – экспертный коэффициент

T_n – нормативный параметр времени эксплуатации.

На основании приведенных зависимостей можно определить предел, после превышения которого требуется провести мероприятия по повышению безопасности транспортного средства.

Коэффициент безопасности помогает определить, когда транспортное средство достигает предельного состояния и требует замены или модернизации. На основании истории эксплуатации и экспертной оценки можно принимать обоснованные решения о дальнейшей эксплуатации автобуса или его замене, что способствует обеспечению безопасности пассажиров и снижению риска ДТП.

Коэффициент безопасности автобуса позволяет оценить эффективность проведенного ремонта и технического обслуживания. Если после ремонта или технического обслуживания коэффициент безопасности снижается, это свидетельствует о том, что принятые меры были эффективными и способствовали повышению безопасности транспортного средства.

В целом, данные расчеты позволяют более точно оценить состояние и безопасность автобусов, а также планировать и принимать обоснованные решения по их техническому обслуживанию и эксплуатации. Это помогает повысить безопасность пассажирских перевозок и снизить риск возникновения ДТП.

Выводы

В ходе проведенного исследования были достигнуты поставленные цели и решены задачи, связанные с внедрением систем удаленного диагностирования пассажирского транспорта в городских агломерациях. Результаты работы имеют важное практическое значение и могут быть использованы для улучшения существующих подходов и разработки новых методов в области контроля технического состояния транспортных средств.

В начале исследования были изучены новые технологии в пассажирском транспорте, ко-

торые могут применяться для повышения безопасности. Одной из ключевых задач работы было разработать новый метод установления технического состояния транспортного средства для получения прогноза потенциальных отказов.

В результате была разработана методика, основанная на современных подходах и технологиях диагностики транспортных средств. Этот метод позволяет оперативно выявлять потенциальные проблемы и предотвращать возможные отказы, способствуя повышению безопасности пассажирских перевозок.

Наконец, на основании эксперимента был проведен анализ эффекта после введения предложенной методики. Результаты показали снижение количества дорожно-транспортных происшествий, связанных с техническими неисправностями. На основе которого можно выделить положительное влияние предложенной методики на безопасность дорожного движения.

Литература

1. Сафиуллин Р.Н. Теоретические основы эффективности энергопреобразования в ДВС и методы ее повышения. Монография. СПбГАСУ, 2011
2. Сафиуллин Р.Н., Григорьев В.Г. Оптимизация объема выбора при обработке быстроменяющихся величин в двигателях внутреннего сгорания. «Автотранспортное предприятие» отраслевой научно-производственный журнал для работников автотранспорта №9 с.52-54 г. Москва 2013
3. Сафиуллин Р.Н., Сорокин К.В.: Изобретение № 2724072 от 14.10.2019 “Имитационная система контроля качества моторного масла транспортных средств”.
4. Сафиуллин Р.Н., Сорокин К.В., Полуэктов В.А. Исследования результатов использования автоматизированных систем контроля качества масла в диапазоне эксплуатационных режимов ДВС автомобильного транспорта / сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса Студент года 2020 (11 мая 2020 г.) В 4-х частях. Часть 3. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2020. – С. 15 – 20.
5. Сафиуллин Р.Н., Сорокин К.В., Беликова Д.Д.: Изобретение № 2739652 от 13.05.2020 “Автоматизированная система мониторинга экологических параметров двигателя внутреннего сгорания транспортных средств”.
6. Охотников Б.Л. Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие /. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 140 с.

УПРАВЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫМ РИСКОМ НА ОБЪЕКТАХ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

В.Г. Бурлов¹, А.П. Бызов², Ю.Д. Кузнецов³

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29*

Существующий на данный момент нормативный подход к оценке риска аварий и пожаров на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта не является достаточно полным, поскольку не позволяет осуществлять управление риском. Возможным решением для устранения этой концептуальной неполноты является рассмотрение процесса обеспечения безопасности с точки зрения закона сохранения целостности объекта. Такой подход позволяет дополнить существующий порядок оценки риска, позволяя количественно оценить влияние компенсирующих мероприятий на величину риска.

Ключевые слова: промышленная безопасность, пожарная безопасность, оценка риска, управление риском, математическое моделирование.

INDIVIDUAL RISK MANAGEMENT AT MAIN PIPELINE TRANSPORT FACILITIES

V.G. Burlov, A.P. Byzov, Yu.D. Kuznetsov

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
Russia, 195251, St. Petersburg, Politechnicheskaya str., 29.*

The current regulatory approach to assessing the risk of accidents and fires at hazardous production facilities of main pipeline transport is not comprehensive enough, as it does not allow risk management. A possible solution to eliminate this conceptual incompleteness is to consider the safety process in terms of the law of preservation of object integrity. This approach allows us to modify the existing risk assessment procedure, allowing us to quantitatively assess the impact of compensating measures on the value of risk.

Key words: industrial safety, fire safety, risk assessment, risk management, mathematical modeling.

Введение

Согласно приказу Ростехнадзора №478 [1], для оценки индивидуального риска работников площадочных объектов магистрального трубопроводного транспорта рекомендована формула 1:

$$R_i = \sum_{j=1}^G q_{ij} \cdot R_{\text{пот}}(j), \quad (1)$$

где q_{ij} – вероятность присутствия i -го работника в j -ой области территории;

$R_{\text{пот}}(j)$ – величина потенциального риска в j -ой области территории, год⁻¹.

В рассматриваемом нормативном документе существует однозначное определение способа расчета потенциального риска, в то время как вероятность присутствия работника в определенной области территории рекомендовано оценивать как долю времени нахождения рассматриваемого человека в определенной области. При этом, прямых разъяснений и указаний на то, как определять долю времени нахождения работника

в указанной области не приводится. Задача усложняется протяженностью линейных объектов нефтегазового комплекса.

Методика, представленная в приказе Ростехнадзора №478 [1] позволяет проводить оценку вклада различных факторов технического и технологического характера в формирование удельной частоты разгерметизации линейной части магистрального трубопровода, однако их набор конечен, использование иных факторов, особенно организационного характера ограничено.

Данная проблема освещалась во многих исследовательских работах, но в каждой из них она решалась лишь частично. Так, можно выделить ряд методик, которые концентрируются на оценке определенного технического параметра, например, величины давления в МТ [2], степени деградации металла [3]. Кроме того, проводятся исследования, направленные на оценку возможности снижения риска аварий с учетом расстановки линейной запорной арматуры [4].

¹Вячеслав Георгиевич Бурлов – доктор технических наук, профессор высшей школы техносферной безопасности, тел.: 8(812) 248-91-69, e-mail: burlov_vg@spbstu.ru;

²Антон Прокопьевич Бызов – кандидат технических наук, доцент, доцент профессор высшей школы техносферной безопасности, тел.: 8(812) 248-91-69, e-mail: byzov_ap@spbstu.ru.;

³Кузнецов Юрий Дмитриевич – студент, тел.: 8(911) 933-12-49, e-mail: yura.kuz30@gmail.com.

Приведенные примеры демонстрируют, что такие способы управления риском не являются всеобъемлющими и не позволяют оценить влияние широкого круга организационно-технических мероприятий на уровень риска.

Другой характерной особенностью методик, предлагаемых для управления риском, является использования экспертных оценок и качественных методов оценки риска [5]. Наиболее характерны такие методы для зарубежных исследований, в которых управление риском производится комплексными методами, сочетающими качественные и количественные подходы [6,7]. Авторы стремятся снизить субъективность в оценках экспертов, добавляя различные весовые коэффициенты, зависящие от образования экспертов и их трудового стажа [8], однако, такой подход, как и многие другие, не позволяет произвести оценку риска общепринятым в практике способом [1].

Таким образом, можно выделить ряд проблем, связанных с управлением риском:

- Высокая степень субъективности при оценке (баллы, качественные методы, экспертные оценки).

- Отсутствие учета влияния широкого круга организационных мер на величину риска.

- Построение модели управления риском на основе управления одним техническим параметром, либо полное отсутствие возможностей управления, связанных с объективными параметрами объекта защиты.

Моделирование процесса обеспечения безопасности

Решить обозначенные проблемы можно осуществив моделирование функционирования системы обеспечения безопасности МТ на базе закона сохранения целостности объекта. Закон сохранения целостности объекта (ЗСЦО) – устойчивая повторяющаяся связь свойств объекта и свойств действия при фиксированном предназначении. Системы обеспечения безопасности, построенная с учетом ЗСЦО, обеспечивает условия реализации системой ее предназначения в сформированной обстановке, которая является совокупностью факторов и условий [9]. В данном случае подразумевается, что последовательность реализации управленческих решений, воплощенных в организационно-технических мероприятиях, реализованных на объекте защиты, приводит к формированию системы обеспечения безопасности. Таким образом, осуществляя моделирование процесса принятия и реализации управленческого решения, осуществляется моделирование процесса обеспечения безопасности [10].

Формирование системы обеспечения безопасности может осуществляться на основе одного из двух подходов: подхода на основе анализа или подхода на основе синтеза [11]. Нормативный подход, рассмотренный выше, представляет собой построение системы на основе анализа. Так, например, процедура оценки риска, являющаяся основой обеспечения безопасности в нормативном подходе, включает процедуру анализа опасностей, которая является основой для оценки рисков и формирования управленческих решений [12]. Аналитический подход позволяет провести быструю компоновку рассматриваемых элементов и оценить характеристики получившейся системы. Однако, такой подход не гарантирует, что сформированная таким образом система обеспечения безопасности будет функционировать с требуемой эффективностью.

Среди авторов, рассматривавших вопросы построения и реализации управленческих решений как основы для формирования системы, можно выделить Моисеева Н. Н. [13], Орловского С. А. [14] и Новикова Д. А. [15]. В своих работах под решением они понимали «выбор альтернатив», который осуществлялся зачастую с применением аппарата теории игр, нелинейного программирования и т. п. Однако, известные системотехники В. В. Дружинин и Д. С. Конторов [16] отмечали, что подход, строящийся на «выборе альтернатив», страдает концептуальной неполнотой и не гарантирует достижения заданной цели. Преимущества модели решения, разработанной на основе синтеза, представлены на рисунке 1.

Главным преимуществом системы, построенной на основе синтеза, является наличие системообразующего фактора (СОФ). Системообразующий фактор, являющийся условием существования процесса, концептуально является отправной точкой для процесса принятия решения. Его наличие позволяет исключить из рассмотрения перебор альтернатив и сформировать управленческое решение, которое будет гарантировать выполнение системой заданных функций. В рассматриваемом случае, система обеспечения безопасности будет обеспечивать реализацию объектом защиты его предназначения с уровнем гарантии, характеризующимся показателем безопасности.

Из вышеизложенного можно сделать следующий вывод: системы, построенные с использованием подхода на основе анализа (рис. 1.Б), страдают концептуальной неполнотой и не гарантируют достижения поставленной цели, в отличие от моделей, создаваемых на основе синтеза (рис. 1.А). Также, данная схема иллюстрирует процесс мыслительной деятельности человека, которая

осуществляется на трех уровнях: конкретном, абстрактно-конкретном и абстрактном. Каждому из

рассмотренных уровней соответствует определенный этап процесса принятия решения.

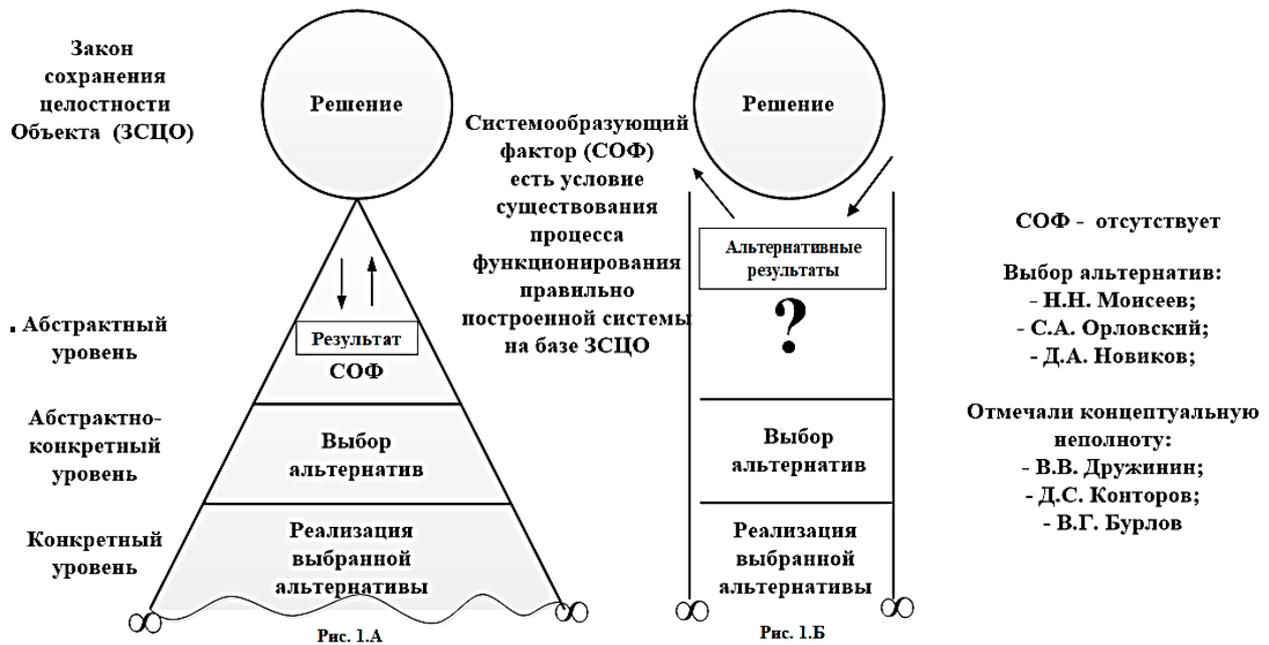


Рисунок 1 – Роль СОФ в системе, построенной на базе ЗСЦО

Рассуждения, приведенные выше, обосновывают применение подхода на основе синтеза к построению систем обеспечения безопасности. Для осуществления управления безопасностью объекта защиты, ЛПР необходимо формировать управленческие решения. Для количественной оценки влияния управляющих воздействий на безопасность системы, построенной на основе синтеза, необходимо сформировать модель управленческого решения. Помимо формирования самой модели, необходимо проверить ее адекватность. Осуществить проверку адекватности модели можно тремя способами:

1. Проверкой на практике.
2. Сравнением с эталоном.
3. Полнотой учета основных законов предметной области.

В данной работе был использован третий подход, а обеспечение полноты учета законов предметной области обеспечивалось применением ЗСЦО.

Под безопасностью в данном подходе следует понимать свойство объекта защиты, выраженное в его способности осуществлять целевую деятельность в условиях деструктивных воздействий. Безопасность как свойство оценивается показателем, характеризующим вероятность идентификации и нейтрализации угрозы в условиях ограниченности ресурсов.

Получить показатель безопасности можно путем трансформации вербальной модели про-

цесса обеспечения безопасности (принятия и реализации управленческого решения) в формальную, путем применения методов декомпозиции, абстрагирования и агрегирования (рис. 2).



Рисунок 2 – Формализация вербальной модели

«Обстановка» является совокупностью факторов и условий, в которых осуществляется деятельность. Под «Информационно-аналитической работой», подразумевается непрерывное добывание, сбор, изучение, отображение и анализ

данных об обстановке. Таким образом, только при адекватности результатов информационно-аналитической работы обстановке, возможна реализация предназначения системы (в рассматриваемом случае – обеспечение безопасности с заданной степенью эффективности).

Формализованным параметром, характеризующим обстановку, будет являться $\Delta t_{пп}$ – среднее время возникновения угрозы (проявления проблемы). Формализованным параметром, характеризующим информационно-аналитическую работу, будет являться $\Delta t_{ип}$ – среднее время идентификации угрозы (проблемы). Формализованным параметром, характеризующим реализацию предназначения объекта управления (в рассматриваемом случае это система обеспечения безопасности) будет являться $\Delta t_{нп}$ – среднее время нейтрализации угрозы (проблемы). Представленные величины можно интерпретировать в виде частоты возникновения угроз (2), скорости идентификации угроз (3), скорости нейтрализации угроз (4).

$$\lambda = 1/\Delta t_{пп}; \quad (2)$$

$$v_1 = 1/\Delta t_{ип}; \quad (3)$$

$$v_2 = 1/\Delta t_{нп} \quad (4)$$

где $\Delta t_{пп}$ – среднее время проявления угрозы, в часах;

$\Delta t_{ип}$ – время идентификации угрозы, в часах;

$\Delta t_{нп}$ – время нейтрализации угрозы, в часах.

Размерность времен проявления, идентификации и нейтрализации может быть любой и изменяться в зависимости от моделируемого процесса, однако, она должна быть единой для всех трех параметров. Показатель безопасности, получаемый путем агрегирования трех формализованных параметров, характеризуется функцией, зависящей от них (5):

$$P = f(\Delta t_{пп}, \Delta t_{ип}, \Delta t_{нп}) \quad (5)$$

Процесс обеспечения безопасности, осуществляемый под руководством лица, принимающего решения (ЛПР), представлен на рисунке 3.

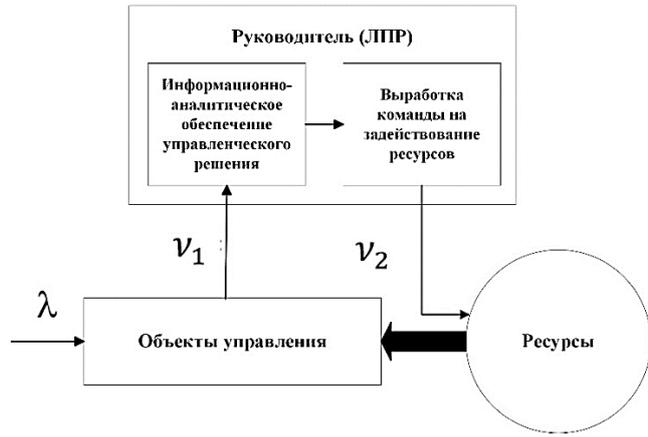


Рисунок 3 – Схема реализации управленческого решения в процессе обеспечения безопасности

В рамках рассмотренного подхода управление безопасностью может осуществляться путем идентификации угроз и нейтрализации угроз. Такая постановка задачи создает всего четыре возможных состояния, в которых может пребывать ЛПР, осуществляющее руководство в рамках процесса обеспечения безопасности:

- S_{00} – ЛПР не идентифицирует и не нейтрализует угрозы;
- S_{10} – ЛПР идентифицирует и не нейтрализует угрозы;
- S_{01} – ЛПР не идентифицирует, но нейтрализует угрозы;
- S_{11} – ЛПР идентифицирует и нейтрализует угрозы.

На основе существования данных состояний формируется размеченный граф (рис. 4), который характеризует система дифференциальных уравнений Колмогорова (6).

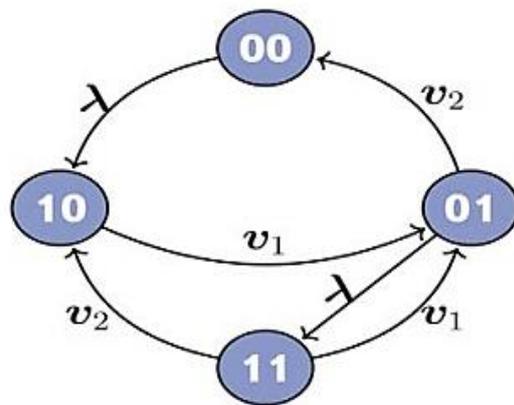


Рисунок 4 – Размеченный граф

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} P_{00}(t) = -P_{00}(t)\lambda + P_{01}(t)v_2 \\ \frac{d}{dt} P_{01}(t) = -P_{01}(t)(\lambda + v_2) + P_{11}(t)v_1 + P_{10}(t)v_1 \\ \frac{d}{dt} P_{10}(t) = P_{00}(t)\lambda - P_{10}(t)v_1 + P_{11}(t)v_2 \\ \frac{d}{dt} P_{11}(t) = P_{01}(t)\lambda - P_{11}(t)(v_1 + v_2) \end{cases} \quad (6)$$

Рассматриваемый теоретический подход предполагает, что управление может осуществляться только путем идентификации или нейтрализации угроз, что приводит к тому, что четыре обозначенных состояния, в которых может находиться ЛППР в рамках процесса обеспечения безопасности, являются единственными возможными состояниями системы – она обязана находиться в одном из них в любой момент времени, что отражено в выражении 7:

$$P_{00}(t) + P_{10}(t) + P_{01}(t) + P_{11}(t) = 1 \quad (7)$$

Считая рассматриваемый процесс стационарным, осуществим переход от системы дифференциальных уравнений к системе линейных алгебраических уравнений, решение которой выглядит следующим образом (8):

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{00} = \frac{v_1 v_2}{\lambda(\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2} \\ P_{01} = \frac{\lambda v_2 (\lambda + v_1 + v_2)}{(v_1 + v_2)[\lambda(\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2]} \\ P_{10} = \frac{\lambda v_1}{\lambda(\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2} \\ P_{11} = \frac{\lambda^2 v_1}{(v_1 + v_2)[\lambda(\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2]} \end{array} \right. \quad (8)$$

Показателем безопасности, который и характеризует безопасность как свойство объекта защиты, будет являться (9):

$$P_{00} = \frac{v_1 v_2}{\lambda(\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2} \quad (9)$$

Данный показатель отражает долю времени от общего функционирования объекта защиты, в течение которой угрозы не проявляются (то есть, обеспечена безопасность). Данный показатель является безразмерным. Поскольку все состояния системы образуют полную группу событий, пребывание в любом другом состоянии, отличном от P_{00} , отражает долю времени, в течение которой существует угроза безопасности (10).

$$P_{\text{угрозы}} = 1 - P_{00} \quad (10)$$

Показатель (9) зависит от скоростей идентификации и нейтрализации угроз, которые можно изменять путем внедрения различных организационно технических мероприятий, таким образом, влияя и на показатель безопасности. Внедряемое компенсирующее мероприятие может быть интерпретировано как сокращение либо времени нейтрализации, либо времени идентификации угрозы. Например, более совершенные системы мониторинга позволяют распознавать угрозы быстрее, а персонал с более высокой ква-

лификацией быстрее справляется с поставленными задачами в рамках процесса обеспечения безопасности.

Интеграция показателя безопасности в методику оценки индивидуального риска

Теперь, необходимо осуществить интеграцию показателя безопасности, который является формализованным механизмом управления безопасностью, в существующий методический аппарат оценки риска. Данная интеграция представляет собой интерпретацию показателя q_{ij} через выражение 11.

$$q_{ij} = (1 - P_{ij}) \cdot \frac{t_{ij}}{T} \quad (11)$$

Где q_{ij} – вероятность присутствия i -го работника в j -ой области территории;

P_{ij} – вероятность нахождения системы в состоянии, где предыдущая проблема нейтрализована, а новой не возникло в области территории j в отношении i -го работника;

t_{ij} – продолжительность рабочего времени данного работника в течение года, в часах;

T – общее количество часов в году;

Данное выражение имеет следующий смысл. Состояние S_{00} и соответствующая ему доля времени, оцениваемая как P_{00} , соответствуют той части рабочего времени сотрудником объекта МТТ, в течение которой они находятся в безопасности. Все прочие состояния вместе с состоянием S_{00} и соответствующими вероятностями образуют полную группу событий, что позволяет оценить долю времени, в течение которой работники будут осуществлять обслуживание объекта и подвергаться опасности, как $1 - P_{00}$. Отношение $\frac{t}{T}$ существует, чтобы учесть ту долю времени жизни работника, в течение которой он находится на территории объекта и в течение которого может подвергаться риску.

Таким образом, выражение, используемое для оценки индивидуального риска, будет иметь вид (12):

$$\begin{aligned} R_i^{\text{нп}} &= \sum_{j=1}^G q_{ij} \cdot R_{\text{пот}}(j) = \\ &= \sum_{j=1}^G (1 - P_{00}) \cdot \frac{t_{ij}}{T} \cdot R_{\text{пот}}(j) \end{aligned} \quad (12)$$

Полученный показатель безопасности является единым для всего объекта и не изменяется в зависимости от рассматриваемого работника или области его пребывания.

Подход к оценке риска, представленных в выражении (12) позволяет осуществлять управление риском следующим образом. Оценивается первоначальное значение $R_i^{\text{нп}}$, после чего на объекте защиты внедряются определенные компен-

сирующие мероприятия организационно-технического характера. Данные мероприятия интерпретируются как сокращение времени нейтрализации или идентификации угроз на определенную величину, что приводит к повышению показателя безопасности (9), который зависит от этих величин и, в свою очередь, к уменьшению показателя $R_i^{упр}$, что следует из выражения (12). Таким образом, индивидуального риска может быть оценен в любой момент времени, причем на величине показателя будут отражаться введенные компенсирующие мероприятия.

Формула (12) также позволяет количественно оценить эффективность разных компенсирующих мероприятий, что ведет к возможности их сравнения между собой и подбору оптимальных мероприятий для каждого объекта защиты. Из сформулированной возможности управления величиной индивидуального риска на МТ следует также и возможность установления количественных требований к эффективности снижения риска компенсирующими мероприятиями, которая должна рассчитываться по формуле (12).

Выводы

В данном исследовании был продемонстрирован способ возможной модификации формулы индивидуального риска аварий в целях управления риском. Данный подход позволил сформировать математическую модель оценки риска с возможностью количественной оценки эффективности внедряемых компенсирующих мероприятий для объекта МТ. Дальнейшие исследования должны быть направлены на обобщение данной методики на другие виды опасных производственных объектов, а также на разработку подходов к оценке частот реализации, идентификации, нейтрализации угроз.

Литература

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 декабря 2022 №478 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов»».
2. Гамера, Ю. В. Модель мониторинга промышленной безопасности линейной части магистральных газопроводов на основе риск-ориентированного подхода / Ю. В. Гамера, Ю. Ю. Петрова // Научно-технический сборник Вести газовой науки. – 2018. – № 2(34). – С. 141-149. – EDN XUERAT.
3. Гулуев, В. А. Анализ рисков систем магистрального транспорта нефти и газа / В. А. Гулуев, К. Д. Басиев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2008. – № 1(143). – С. 30-31. – EDN IKPQJL.

4. Анализ риска аварий на магистральном трубопроводе, транспортирующем широкую фракцию легких углеводородов / С. И. Сумской, А. В. Пчельников, Е. Л. Шанина [и др.] // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № 2. – С. 48-52. – EDN JTCCBL.
5. Ищук, Д. В. Методология оценки рисков при эксплуатации магистральных трубопроводов / Д. В. Ищук, Л. Н. Горина // Безопасность и охрана труда – 2019 : молодёжная программа в рамках Международной выставки – конкурса БИОТ, Москва, 10–13 декабря 2019 года / Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты. – Москва: Б. и., 2019. – С. 87-90. – EDN WUNPES.
6. Mousa Jabbari, Reza Gholamnia, Reza Esmaeili, Hasan Kouhpaee, Gholamhossein Pourtaghi, Risk assessment of fire, explosion and release of toxic gas of Siri-Assalouyeh sour gas pipeline using fuzzy analytical hierarchy process, Heliyon, Volume 7, Issue 8, 2021, e07835, ISSN 2405-8440.
7. Chao Chen, Nima Khakzad, Genserik Reniers, Dynamic vulnerability assessment of process plants with respect to vapor cloud explosions, Reliability Engineering & System Safety, Volume 200, 2020, 106934, ISSN 0951-8320.
8. San He, Huilan Xu, Jianxiong Zhang, Peiqiang Xue, Risk assessment of oil and gas pipelines hot work based on ANP-FCE, Petroleum, 2022, ISSN 2405-6561.
9. Burlov, V., Andreev, A., & Gomazov, F. (2018). Mathematical model of human decision - A methodological basis for the realization of the human factor in safety management. Paper presented at the Procedia Computer Science, vol. 145, pp. 112-117. doi:10.1016/j.procs.2018.11.018.
10. Бурлов В.Г., Магулян Г.Г., Матвеев А.В.. ОБЩИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2011. № 5 (133). С. 73-76
11. Гуд Г.Х., Маккол Р.Э. Системотехника: введение в проектирование больших систем.- Издательство : М.: Советское радио, 1962г. – 383с
12. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 03.11.2022 №387 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»».
13. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. Наука. Москва. 1981 г. 468с.
14. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечёткой исходной информации. «Наука», Москва, 1981. -207с.
15. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д. А. Введение в теорию управления организационными системами. Под редакцией члена-корреспондента РАН Д. А. Новикова. Второе издание. Книжный дом «ЛИБРОКОМ». Москва. 2013. – 261с.
16. Дружинин В.В., Конторов Д.С., Конторов М.Д. Введение в теорию конфликта. «Радио и Связь», Москва. 1989. – 288с.



МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.45.038.74:539.3

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРМОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ КАНАЛА ТРУБЫ, НАГРУЖЕННОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ СИЛОВЫМ ИМПУЛЬСОМ

Г.В. Лепеш¹, М.В. Басова²

¹Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А;
^{1,2}АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов»
им. Д.И. Менделеева, Россия, 191014, г. Санкт-Петербург, ул. Парадная, д.8.

Статья посвящена оценке напряженно-деформированного состояния термозащитного покрытия трубы газодинамического импульсного устройства под воздействием кратковременного высокотемпературного импульса высокого давления. Приведенные в статье результаты показывают, что термозащитное покрытие испытывает знакопеременные нагрузки в процессе одного импульса, величина которых зависит от многих факторов, определяющими из которых являются как характеристики самого импульса, так и толщина трубы и свойства самого покрытия.

Ключевые слова: газодинамическое импульсное устройство, труба, термозащитное покрытие, напряжения, деформации, давление, температура.

EVALUATION OF STRESS-STRAIN STATE OF THERMAL PROTECTION COATING OF PIPE CHANNEL LOADED WITH HIGH-TEMPERATURE POWER PULSE

G.V. Lepesh, M.V. Basova
St. Petersburg State University of Economics,
Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboyedov Canal, 30-32, letter A.
D.I. Mendeleev Central Research Institute of Materials JSC,
Russia, 191014, St. Petersburg, st. Front, 8

The article is devoted to the assessment of the stress-strain state of the thermal protective coating of the pipe of the gas-dynamic pulse device under the influence of a short-term high-temperature pulse of high pressure. The results given in the article show that the thermal protective coating experiences alternating loads during a single pulse, the magnitude of which depends on many factors, which determine both the characteristics of the pulse itself and the thickness of the pipe and the properties of the coating itself.

Keywords: gas-dynamic pulse device, pipe, thermal protective coating, stresses, deformations, pressure, temperature.

Введение

При проектировании газодинамических импульсных устройств (ГИУ) актуальной является задача обеспечения прочности и одновременно высокой термостойкости внутренней поверхности каналов труб, непосредственно подверженных эрозионному воздействию газов, нагретых до высоких температур и одновременно

– силовому радиальному воздействию давления газов, приводящего к радиальному деформированию стенок трубы ГИУ. Часто обеспечение функционирования таких устройств в течение заданного срока службы невозможно без специальных мероприятий, обеспечивающих защиту от эрозионного изнашивания поверхности канала (Рисунок 1).

¹Лепеш 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;

²Басова Мария Владимировна – начальник сектора отдела «Живучести», тел.: +7(911)959-08-10, email: Crim31lab@yandex.ru.

В первую очередь к защитным мероприятиям относят покрытие поверхности канала материалами, обладающими более высокой температурой плавления и одновременно более стойкими к эрозии и коррозии [1] – теплозащитными покрытиями (ТЗП).



Рисунок 1 – Поверхность трубы ГИУ, подверженная высокотемпературному эрозионному изнашиванию

Термозащитные покрытия и способы их получения

В качестве ТЗП на практике применяются различные материалы, обладающие особыми свойствами, такими как:

- высокая температура плавления $T_{пл}$ по сравнению со сталью;
- способность к адгезии;
- высокая твердость и вибростойкость и др.

Как правило, это оксидные (например, ZrO_2 или $MgZrO_3$) и нитридные покрытия (например, $SiAlON$ или Si_3N_4) [2], обладающие низкой теплопроводностью и наносимые различными способами на защищаемую стальную поверхность через промежуточный слой, который компенсирует существенное различие коэффициентов температурного расширения материала ТЗП и стали. Однако, несмотря на высокие теплозащитные свойства [3] такие материалы имеют высокий модуль упругости и высокую хрупкость, т.е. разрушаются даже при несравнимо меньших деформациях по сравнению со сталью. Поэтому для защиты поверхностей стальных труб, подверженных большим давлениям со стороны канала и испытывающим относительно большие деформации, в качестве ТЗП рассматриваются тугоплавкие металлы: W (вольфрам), Ta (тантал), Re (рений), Mo (молибден), Nb (ниобий), Hf (гафний), V (ванадий), Cr (хром), Ni (никель) и их комбинации (сплавы) с Zr (цирконием). Так как металлы и их сплавы обладают высокой теплопроводностью, то их применение в качестве тепловой защиты огра-

ничено временем теплового воздействия до момента достижения на поверхности стали температуры, соответствующей критической точке A_{c3} , соответствующей началу полиморфных превращений.

В качестве технологически апробированных методов нанесения металлических покрытий рассматриваются [1] следующие:

- электролитическое (гальваническое) хромирование;
- лазерная наплавка;
- электромагнитное физическое осаждение;
- плакирование взрывом.

Хромовые ТЗП жароустойчивы ($T_{пл} = 1907\text{ }^\circ\text{C}$) и обладают большой твердостью и эрозионной стойкостью, превышающей высокоуглеродистую и закалённую стали. Электролитическое хромовое ТЗП, особенно блестящее (твёрдый хром – 1000 МПа), получается с большой пористостью и склонностью к растрескиванию. В обычной практике [2] «для повышения коррозионной стойкости изделие сначала покрывают слоем меди (15–20 мкм), затем слоем никеля (10–15 мкм) и тонким слоем хрома. В случае ТЗП ГИУ проблему повышения стойкости хромового покрытия решают применением двухслойного электролитического хромирования. Первоначально наносят молочный (мягкий хром, с твердостью ~700 МПа), а затем кладут слой твёрдого хрома. Более качественные покрытия могут быть обеспечены методом гальванохонинга [4] (рисунок 2).

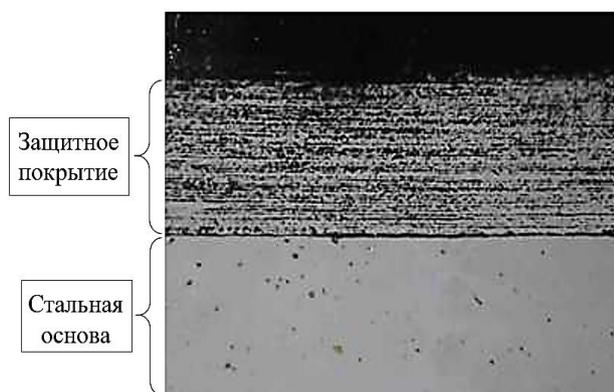


Рисунок 2 – Структура хромового покрытия, полученного методом гальванохонинга [4]

В любом случае, между стальной поверхностью и ТЗП наблюдается граница, по которой в последствии происходит отслоение ТЗП и сход его фрагментов после многократного импульсного высокоэнергетического воздействия [5]. Первоначально появляется сетка трещин на поверхности ТЗП, обусловленная значительными деформаци-

ями под действием радиального давления и температуры, затем трещины проникают на глубину слоя ТЗП. Одновременно происходит разрушение по поверхности прилегания ТЗП к защищаемой поверхности (нарушение адгезии) и фрагментальный сход ТЗП, а в дальнейшем – его развитие вплоть до полного схода ТЗП.

Адгезия нарушается вследствие относительно низких по сравнению со сталью механических свойств материала ТЗП, прилегающего к поверхности стали, а также вследствие наличия градиентов напряжений, возникающих на границе ТЗП и стали, вызванных различием упругих свойств соприкасающихся материалов и их коэффициентов термического расширения.

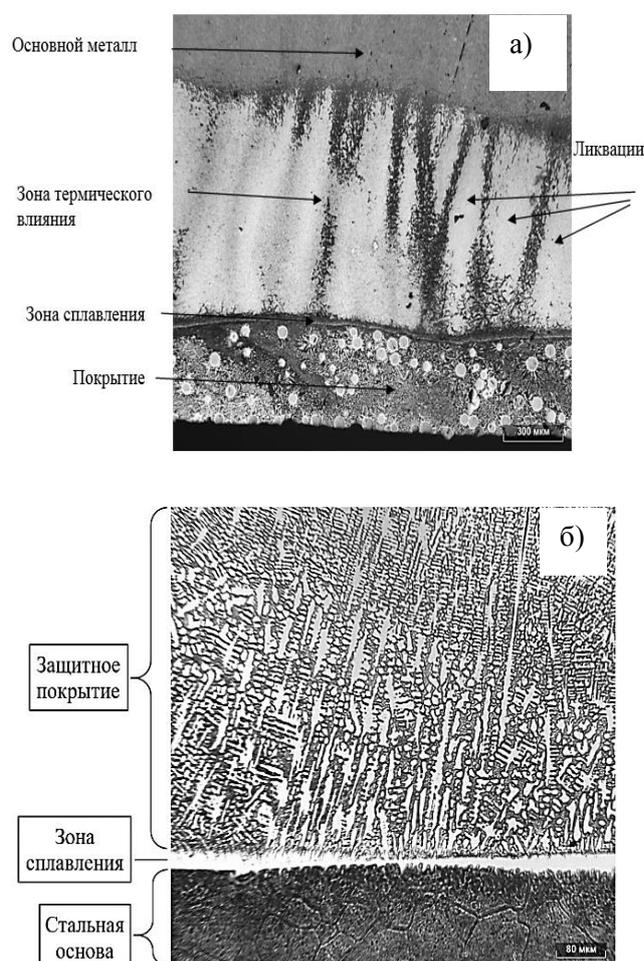


Рисунок 3 – Структура ТЗП, полученного методом лазерной наплавки: а) – на основе тантала; б) – на основе кобальтового сплава ВЗК

На рисунке 3 приведены результаты металлографического исследования ТЗП, полученного при наплавке металлических порошков тантала и кобальтового сплава ВЗК на сталь. При наплавке образуется структура, в которой можно выделить следующие зоны: наплавленный слой,

диффузионная зона сплавления и зона термического влияния. Измерение [1] механических свойств (микротвердости) показывает их неравномерность по выделенным зонам, причем наблюдается снижение твердости, по сравнению с основным металлом, в зоне термического влияния, которая представляет собой неотпущенный мартенсит в совокупности с грубоиглообразным мартенситом с остаточным аустенитом и полосомами ликвации.

Наличие зоны термического влияния, характеризующейся неоднородностью, а также различием упругих свойств соприкасающихся материалов и их коэффициентов термического расширения, будет способствовать разрушению и сходу ТЗП. Повышение стойкости ТЗП, полученного лазерной либо плазменной порошковой наплавкой, связано с отработкой технологии, обеспечивающей уменьшение глубины зоны термического влияния.

В мировой практике наиболее эффективной и отработанной технологией нанесения защитных тугоплавких покрытий для ГИУ считается ионно-плазменное вакуумное магнетронное осаждение, позволяющее получить качественное износостойкое покрытие в окончательном виде без последующей обработки (Electro-magnetically enhanced Physical Vapor Deposition (EPVD) [1]. Суть технологии – осаждение на поверхность канала трубы паров металла расходуемой мишени в электрическом и магнитных полях при пониженном давлении. Технология EPVD позволяет наносить многокомпонентные покрытия в несколько слоев с разной функциональной направленностью. Например, пристеночный слой – с повышенной трещиностойкостью и с малой теплопроводностью, основной слой – с повышенной твердостью и износостойкостью. Таким образом, технология реализует формирование покрытия на атомном размерном уровне, что обеспечивает его повышенную эрозионную стойкость в случае осаждения тугоплавких материалов.

Результаты исследования в АО «ЦНИИМ» образцов с покрытием EPVD показали, что при оптимально подобранном составе покрытия из нескольких компонентов металлов можно получить стойкость покрытия по сравнению с хромовым гальваническим в условиях проведенного эксперимента – не менее чем в 2 раза.

Очевидно, что повышение стойкости в данных условиях обусловлено как выбором технологии, так и подбором материалов, обеспечивающих необходимую термическую стойкость, прочность ТЗП и его адгезию к защищаемой поверхности в условиях напряженно-деформированного состояния ТЗП и трубы ГИУ при нагружении импульсом давления и теплоты.

Напряженно-деформированное состояние ТЗП при функционировании ГИУ

На рисунке 4 приведен пример нагружения трубы, внутренним диаметром 120 мм импульсом высокотемпературного потока газа при давлении, достигающем в наибольшего значения 420 МПа. При этом температура газов в потоке достигает 2300 °С. Решение задачи теплопроводности для стальной трубы и хромового ТЗП проведено на основании математической модели, изложенной в работе [5]. Из рисунка 4 следует, что в процесс нагружения трубы тепловым и силовым импульсами не совпадают во времени. Поверхность внутреннего канала трубы прогревается

раньше, чем давление газов достигает своего наибольшего значения. Следовательно, в ТЗП появятся внутренние сжимающие напряжения, определяемые температурными деформациями. По мере повышения давления и развития положительных тангенциальных деформаций, напряжения в ТЗП будут менять знак на положительный. Далее, после падения давления, напряжения в ТЗП опять поменяют знак на отрицательный и будут оставаться отрицательными до момента выравнивания градиентов температуры по толщине стенки трубы.

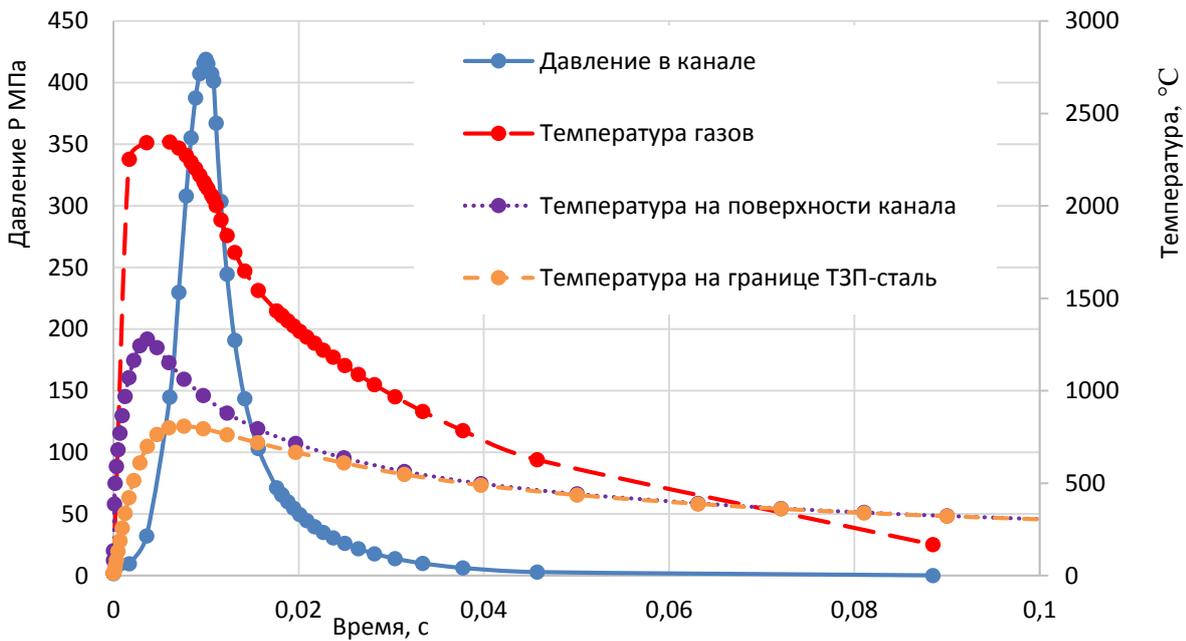


Рисунок 4 – Результаты расчета импульсного термосилового нагружения трубы ГИУ

Деформирование трубы под действием импульса давления и теплового потока является классической задачей термоупругости и может быть описано системой уравнений равновесия элементарного объема в цилиндрической системе координат. В символической форме:

$$|D| \cdot \{\sigma\} + \{X\} = 0, \tag{1}$$

где $\{X\}$ – вектор внешних объемных сил, в настоящей задаче приравняем его компоненты к нулю;

$|D|$ – дифференциальный оператор

$$|D| = \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial z} & 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial r} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial r} & \frac{1}{r} & \frac{\partial}{\partial z} \end{vmatrix}; \tag{2}$$

$\{\sigma\}$ – вектор напряжений

$$\{\sigma\} = \begin{vmatrix} \sigma_z \\ \sigma_r \\ \sigma_t \\ \tau_{zr} \end{vmatrix} = |\sigma_z \ \sigma_r \ \sigma_t \ \tau_{zr}|^T. \tag{3}$$

К указанным четырем компонентам напряжений соотносятся соответствующие компоненты тензора деформаций

$$\{\varepsilon\} = |D|^T \{u\} = \left| \varepsilon_z \ \varepsilon_r \ \varepsilon_t \ \frac{1}{2} \gamma_{zr} \right|^T, \tag{4}$$

где $\{u\}$ – вектор перемещений

$$\{u\} = \begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix}. \tag{5}$$

Здесь обозначены напряжения и деформации: σ_z , ε_z – осевые; σ_r , ε_r – радиальные; σ_t , ε_t – окружные; τ_{zr} , γ_{zr} – касательные (сдвиговые).

Физические уравнения для случая абсолютно упругого тела [6]:

$$\{\sigma\} = |A| \cdot \{\varepsilon\} + |A| \cdot (\{\alpha \cdot T\} + \{\varepsilon_0\}), \quad (6)$$

$$|A| = \frac{E \cdot (1-\mu)}{(1+\mu) \cdot (1-2\mu)} \cdot \begin{vmatrix} 1 & \mu/1-\mu & \mu/1-\mu & 0 \\ \mu/1-\mu & 1 & \mu/1-\mu & 0 \\ \mu/1-\mu & \mu/1-\mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1-2\mu/2(1-\mu) \end{vmatrix}, \quad (7)$$

где E – модуль упругости первого рода;
 μ – коэффициент Пуассона.

При решении задачи в упругой постановке воспользуемся принципом суперпозиции, т.е. определим НДС суммой компонент от нагружения давлением и полученной в результате градиентов температурного поля под действием теплового импульса.

В качестве допущений примем неизменность механических свойств материалов от температуры, а также допустим незначимость учета отличия механических свойств тонкого слоя ТЗП при расчете общего поля НДС стенки трубы. С учетом принятых допущений задача нагружения трубы внутренним давлением (задача Ляме) имеет следующее решение относительно напряжений:

$$\sigma_r = \frac{p \cdot r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \left(1 - \frac{r_2^2}{\rho^2} \right); \quad (8)$$

$$\sigma_t = \frac{p \cdot r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \left(1 + \frac{r_2^2}{\rho^2} \right),$$

где r_1, r_2 – внутренний и наружный радиусы трубы, соответственно;
 ρ – текущий радиус.

С учетом $\sigma_z = \tau_{zr} = 0$, определим компоненты деформаций в соответствии с выражением

$$\{\varepsilon\} = |A|^{-1} \cdot \{\sigma\}. \quad (9)$$

Тогда напряжения в поверхностном слое ТЗП могут быть вычислены по зависимости, аналогичной (6) при использовании матрицы $|A|_{xp}$, содержащей коэффициенты упругости материала покрытия

$$\{\sigma\} = |A|_{xp} \cdot \{\varepsilon\}. \quad (10)$$

На рисунке 5 приведены линейные зависимости от давления в трубе характеризирующие приведенные (по условию Треска) напряжения в ТЗП, полученные при $E=2,1 \cdot 10^5$ МПа; $E_{xp}=2,4 \cdot 10^5$ МПа; $\mu=0,29$; $\mu_{xp}=1/3$ для трубы с внутренним диаметром $D_1=2 r_1 = 60$ мм и наружным диамет-

ром D . Из графиков видно, что предельное значение напряжений в хромовом ТЗП, соответствующее 700 МПа [5], достигаются уже при относительно небольших давлениях.

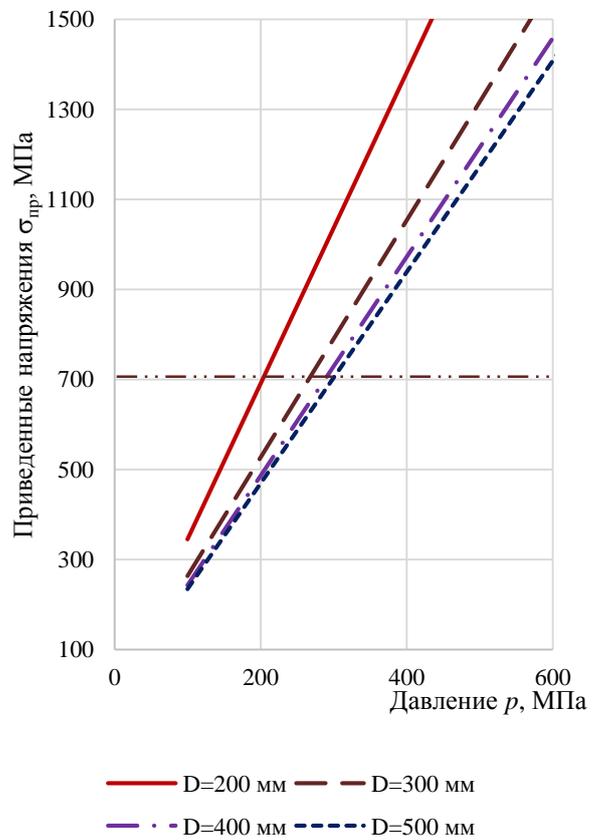


Рисунок 5 – Зависимости напряжений в ТЗП от давления в трубе

Температурные напряжения $\sigma_r^T, \sigma_t^T, \sigma_z^T$ в стенке трубы, включая и ТЗП, можно определить при условии, что известно распределение температуры по толщине стенки трубы $T(\rho)$, а также осредненные с учетом температуры значения α^T и E^T . Для значений компонент напряжений, вызванных градиентами температуры в стенке трубы, можем записать [6]

$$\begin{aligned} \sigma_r^T &= \frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot \left[\left(1 - \frac{r_1^2}{\rho^2} \right) \cdot J - J(\rho) \right]; \\ \sigma_t^T &= \frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot \left[\left(1 + \frac{r_1^2}{\rho^2} \right) \cdot J - J(\rho) - T(\rho) \right]; \\ \sigma_z^T &= \frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot [2J - T(\rho)], \end{aligned} \quad (11)$$

где обозначено

$$\begin{aligned} J &= \frac{1}{r_2 - r_1} \cdot \int_{r_1}^{r_2} T(\rho) \rho d\rho; \\ J(\rho) &= \frac{1}{\rho^2} \cdot \int_{r_1}^{\rho} T(\rho) \rho d\rho. \end{aligned} \quad (12)$$

Для ТЗП, вблизи поверхности канала трубы, при $\rho = r_1$, получим

$$\begin{aligned} \sigma_r^T &= -\frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot J(r_1); \\ \sigma_t^T &= \frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot [2J - J(r_1) - T(r_1)]; \\ \sigma_z^T &= \frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot [2J - T(r_1)]. \end{aligned} \quad (13)$$

Анализируя зависимости (13) получим, что вблизи поверхности $\sigma_r^T \approx 0$ МПа, а для σ_t^T получим

$$\sigma_t^T = \frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot \left[T(r_1) - \frac{2}{r_2^2 - r_1^2} \int_{r_1}^{r_2} T(\rho) \rho d\rho \right] \frac{r_2^2 - r_1^2}{2r_2^2 + r_1^2}, \quad (14)$$

где выражение в квадратных скобках представляет собой разность между температурой поверхности канала трубы и средней температурой стенки.

На рисунке 6 приведены графики прогрева стенки трубы, полученные из решения задачи теплопроводности для импульсного нагружения, приведенного на рисунке 4. Здесь кривая 1, характеризует распределение температуры в момент достижения наибольшего давления в канале трубы, а кривая 2 в момент спада давления до нулевого значения.

Численный анализ представленных на рисунке 6 зависимостей показывает, что средняя температура стенки трубы при таком распределении температуры, при внутреннем радиусе $r_1 = 60$ мм и наружном $r_2 \geq 100$ мм не превышает одного градуса. Следовательно, по сравнению с температурой поверхности, этой разницей можно пренебречь. Тогда

$$\sigma_t^T = \frac{\alpha^T \cdot E^T}{1-\mu} \cdot (T(r_1) - T_0) \frac{r_2^2 - r_1^2}{2r_2^2 + r_1^2}, \quad (15)$$

где T_0 – начальная температура трубы.

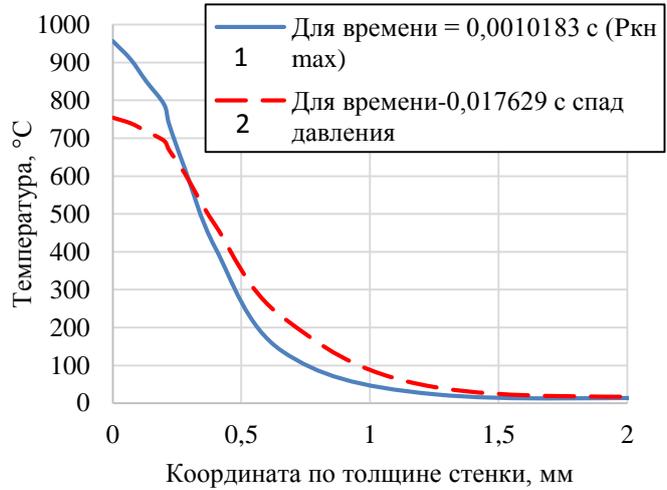


Рисунок 6 – Изменение температуры по толщине стенки

На рисунке 7 построены графики изменения напряжений, возникающих при нагреве поверхности канала трубы. По отношению к напряжениям, возникающим при нагружении трубы давлением газов, эти напряжения имеют противоположный знак и будут способствовать разгрузке поверхности ТЗП (Рисунок 8). Однако после разгрузки трубы импульсом давления температура поверхности остается высокой и термонапряжения в ТЗП достигают по величине (с обратным знаком) и даже превышают напряжения от воздействия давления газов. Наличие сжимающих напряжений в тонком слое ТЗП может приводить к нарушению устойчивости слоя и отрыву покрытия, а последующая разгрузка – к появлению радиальных трещин на глубину покрытия.

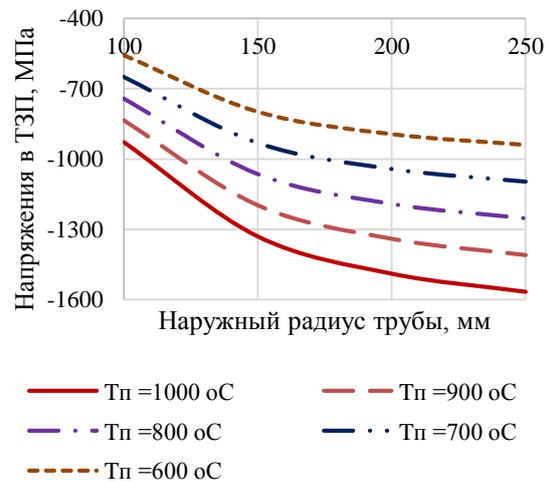


Рисунок 7 – Графики изменения напряжений при импульсном нагреве поверхности канала трубы

На рисунке 8 приведены расчетные графики изменения напряжений в ТЗП, полученные при решении задачи термоупругости для импульса давления и температуры, представленных на рисунке 4 при $r_1=60$ мм и $r_2=150$ мм.

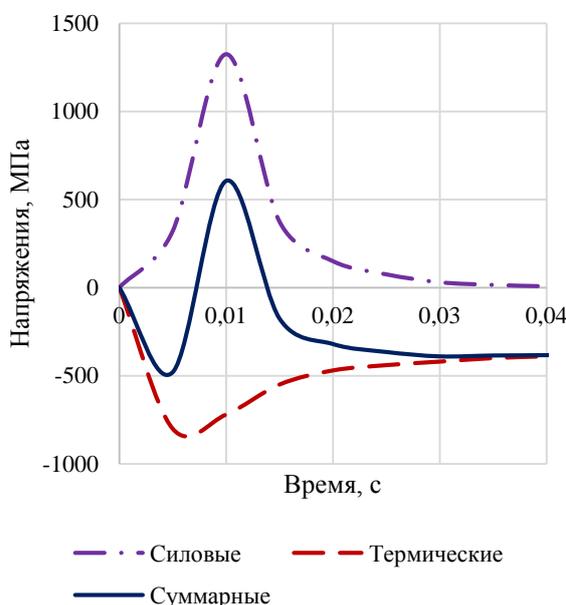


Рисунок 8 – Расчетные значения напряжений в ТЗП при импульсном нагружении

Из графиков следует, что при импульсном нагружении в ТЗП формируются отрицательные напряжения, вызванные быстрым нагреванием поверхности. Затем в районе максимального давления их значения становятся положительными, а после спада давления опять переходят к отрицательным значениям и далее «падают», приближаясь к нулевым по мере остывания и диссипации теплоты в стенке трубы. Знакопеременный характер напряжений в ТЗП может служить основанием его усталостного разрушения, что подтверждается опытом.

Выводы

Проведенный численный анализ показывает, что:

1. При функционировании ГИУ ТЗП в процессе термосилового нагружения испытывает значительные термосиловые нагрузки, характеризующиеся знакопеременными напряжениями.
2. Современные ТЗП и способы их нанесения способны обеспечивать адгезию на уровне механических свойств покрытия или основы, однако граница их соединения обусловлена резким

переходом физических свойств (например, коэффициентов температурного линейного расширения) что может привести к дополнительным концентраторам напряжений, способствующим нарушению адгезии и сходу ТЗП.

3. ТЗП, предназначенные для защиты канала трубы ГИУ должны обладать высокими прочностными свойствами и жаростойкостью. Такими способностями обладают металлы и сплавы с высокой температурой плавления.

4. Трудность нанесения ТЗП связана с необходимостью соблюдения температурного режима, обеспечивающего сохранность механических свойств материала трубы, включая минимальное формирование зоны трмического влияния.

Литература

1. Лепеш Г.В., Моисеев Е.Н. Оценка способов защиты поверхности металла от высокотемпературной эрозии // Технико-технологические проблемы сервиса. 2017. №3 (41). С. 20 – 31.
2. Кривообоков В.П. Плазменные покрытия (свойства и применение): учебное пособие / В.П. Кривообоков, Н.С. Сочугов, А.А. Соловьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 136 с.
3. Лепеш Г.В. Оценка теплового состояния стального цилиндра с термозащитным покрытием, нагруженного высокотемпературным тепловым импульсом. / Технико-технологические проблемы сервиса. 2023. №3(65) с. 33 – 39.
4. Лейтан Е.А., Латышев Д.Ю., Моисеев Е.Н. Нанесение защитных покрытий на внутреннюю поверхность канала ствола как метод повышения живучести артиллерийских стволов. / Сборник публикаций, посвященный 110-летию основания АО "ЦНИИМ". — СПб.: Медиапир, 2022. с. 34 – 42. ISBN 978-5-00110-295-3
5. Лепеш Г.В. Динамика и прочность осесимметрических и вращающихся изделий [Текст] : монография / Г. В. Лепеш ; М-во образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский гос. ун-т сервиса и экономики. - Санкт-Петербург : СПбГУСЭ, 2010. - 143 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-228-00397-2
6. Лепеш Г.В., Иванова Е.С. Имитационное моделирование термодинамического воздействия при испытании стойкости защитных покрытий. // Технико-технологические проблемы сервиса. №2(36), 2016 г. С.7– 17
7. Зайцев А.С. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий: учебник/А.С. Зайцев. – 2-е изд., перераб и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2023. – 388 с. :ил. ISBN 978-5-94178-567-4

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОДНОВИНТОВЫХ НАСОСОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.Л. Великанов¹, В.А. Наумов²

*Калининградский государственный технический университет (КГТУ),
Россия, 236000, г. Калининград, Советский пр., 1.*

Получены зависимости подачи, мощности одновинтового насоса Atlas W53 от частоты вращения ротора при различных давлениях, определено влияние вязкости жидкости на подачу и затраченную мощность. Установлена связь стоимостных характеристик и подачи одновинтовых насосов при максимальном перепаде давления.

Ключевые слова: одновинтовой насос, частота вращения ротора, вязкость жидкости, затраченная мощность.

ALGORITHM FOR SELECTING SINGLE-SCREW PUMPS IN THE FOOD INDUSTRY

N. L. Velikanov, V. A. Naumov

Kaliningrad State Technical University (KSTU), Russia, 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1.

The dependences of the supply and power of the Atlas W53 single-screw pump on the rotor speed at different pressures are obtained, the influence of the viscosity of the liquid on the supply and the power consumed is determined. The relationship between the cost characteristics and the flow rate of single-screw pumps at maximum pressure drop has been established.

Keywords: single-screw pump, rotor speed, fluid viscosity, power consumed.

Введение

В пищевой промышленности широко применяются одновинтовые насосы (ОВН) для транспортирования жидких компонент. Среди преимуществ ОВН можно назвать: равномерную подачу перекачиваемой среды без скачков давления и пульсаций, широкую номенклатуру перекачиваемых веществ, включая высоковязкие и пастообразные, низкую шумность и вибрацию при работе, отсутствие перемешивания при транспортировании, точную регулировку производительности в широком диапазоне, бесперебойную работу в среде с газовыми пробками, широкий спектр дополнительного оснащения, автоматизации.

Усовершенствованию транспортирования жидкостей с помощью ОВН посвящено большое количество публикаций [1-6].

Несмотря на многочисленные опубликованные результаты исследований, выбор ОВН для использования в пищевой промышленности весьма затруднен. Дело в том, что производители ОВН [7-10] приводят значения технических параметров своих агрегатов, полученные в результате испытаний при перекачивании воды. Тогда как вязкость жидких пищевых продуктов может превосходить вязкость воды в сотни и тысячи раз.

Кроме того, ни в одной из перечисленных выше публикаций не затронут вопрос стоимостных характеристик ОВН. Цель данной статьи – рассмотреть указанные вопросы и предложить рекомендации по выбору ОВН для использования в пищевой промышленности.

Методика расчета

Исследования [1, 5, 6], проведенные на воде, показали, что подача ОВН Q_0 и затраченная мощность N_0 зависят линейно от частоты вращения ротора (ЧВР) n и нелинейно – от напора (перепада давления ΔP). Экспериментальные точки подачи ОВН хорошо описываются следующей зависимостью:

$$Q_0 = V_1 \cdot (n - n_0), \quad (1)$$

где n_0 – минимальная ЧВР начала перекачивания жидкости, об/мин; V_1 – объем жидкости, перекачиваемой за один оборот ротора (при $n_0=0$), м³.

В общем случае, имеет место нелинейная зависимость n_0 и V_1 от перепада давления:

$$n_0 = f_0(p) \cdot n, \quad V_1 = f_1(p) \cdot n, \quad p = \Delta P / P_A, \quad (2)$$

где p – безразмерный перепад давления; P_A – атмосферное давление, кПа.

¹Великанов Николай Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой судостроения, судоремонта и морской техники, тел. 8 (4012) 56 48 02; e-mail: nikolaj.velikanov@klgtu.ru;

²Наумов Владимир Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности и природообустройства, тел. 8 (4012) 99 53 37; e-mail: vladimir.naumov@klgtu.ru.

Зависимость затраченной мощности ОВН от ЧВР и перепада давления, как в [5], аппроксимируем формулой

$$N_0 = A \cdot n, \quad A = f_2(p), \quad (3)$$

где A – работа ОВН за один оборот ротора.

Исходные данные

На рис. 1 показан внешний вид ОВН компании Alpha Dynamic Pumps [7] с загрузочным бункером и шнеком. Технические и стоимостные характеристики этих насосов представлены в табл. 1 (n_p – ЧВР, указанная как рабочая).



Рисунок 1 – Одновинтовой насос Atlas WSM с загрузочным бункером и шнеком [7]

Таблица 1 – Характеристики ОВН компании Alpha D y

| Модель | n_p , об/мин | Подача (м ³ /час) при ΔP | | | Цена, тыс. руб |
|--------------|-------------------|---------------------------------------------|---------|---------|----------------|
| | | 200 кПа | 400 кПа | 600 кПа | |
| Atlas W21-1B | 750 | 2.52 | 2.47 | 2.33 | 254,65 |
| Atlas W31-1B | 750 | 7.0 | 6.1 | 5.2 | 327,36 |
| Atlas W38-1B | 520 | 12.5 | 11.0 | 8.0 | 482,57 |
| Atlas W45-1B | 520 | 20.8 | 19.5 | 15.6 | 521,40 |
| Atlas W53-1B | 370 | 24.0 | 20.9 | 17.1 | 652,41 |
| Atlas W63-1B | 370 | 41.0 | 37.0 | 32.6 | 797,94 |

На рис. 2 показано устройство ОВН завода «Диспергатор» [9]. Технические и стоимостные характеристики этих насосов представлены в табл. 2.

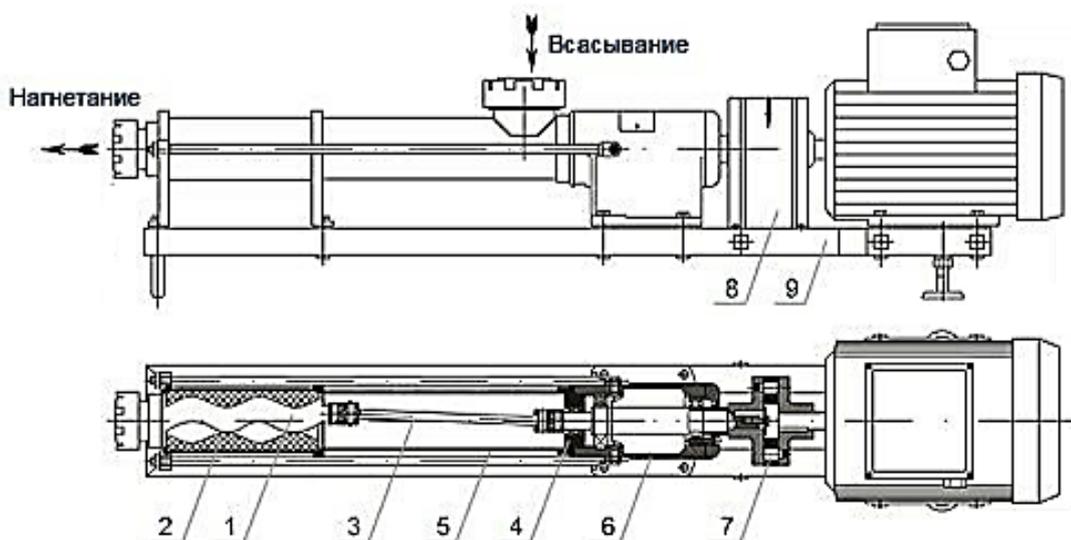


Рисунок 2 – Устройство одновинтового насоса ОВН [9]: 1 – винт (ротор), 2 – обойма (статор), 3 – торсион, 4 – торцевое уплотнение, 5 – корпус насоса, 6 – подшипниковый корпус, 7 – муфта, 8 – электропривод, 9 – рама

Заметим, что в табл. 1 и 2 стоимостные показатели были указаны на 01. 10.2023, но имеется примечание, что их нужно уточнять у менеджера по продажам. Тем не менее, общие закономерности могут быть проанализированы.

Результаты и их обсуждение

На рис. 3, 4 представлены зависимости подачи и затраченной мощности ОВН компании Alpha от перепада давления. Видно, что результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Таблица 2 – Характеристики одновинтовых насосов ОВН завода «Диспергатор» [9, 11]

| Мо-дель | Подача, м ³ /час (при ΔP=500 кПа), | Мощ-ность, кВт | n_p , об/мин | Цена, тыс. руб. |
|----------|-----------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| ОНВ-1-00 | 0,7 | 1,1 | 750 | 86,8 |
| ОНВ-1-01 | 0,9 | 1,1 | 1000 | 86,8 |
| ОНВ-1-02 | 1,5 | 1,1 | 1500 | 86,8 |
| ОНВ-2-00 | 1,6 | 1,1 | 750 | 105,0 |
| ОНВ-2-01 | 2,0 | 1,5 | 1000 | 105,0 |
| ОНВ-2-02 | 3,0 | 2,2 | 1500 | 105,0 |
| ОНВ-3-00 | 2,5 | 1,1 | 750 | 113,4 |
| ОНВ-3-01 | 3,5 | 1,5 | 1000 | 113,4 |
| ОНВ-3-02 | 5,0 | 2,2 | 1500 | 113,4 |
| ОНВ-4-00 | 3,0 | 1,1 | 750 | 122,5 |
| ОНВ-4-01 | 4,0 | 1,5 | 1000 | 122,5 |
| ОНВ-4-02 | 6,0 | 2,2 | 1500 | 122,5 |

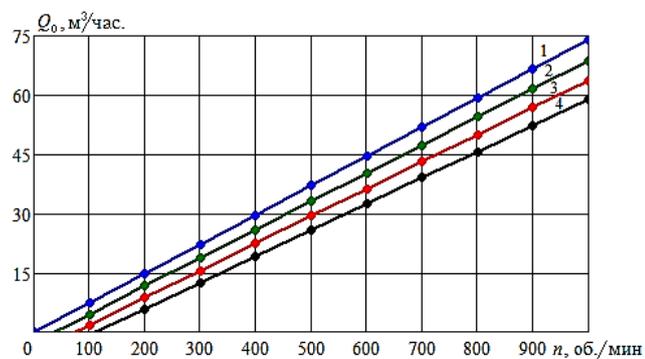


Рисунок 3 – Зависимость подачи ОВН Atlas W53 от ЧВР при различных давлениях: 1 – p = 0, 2 – p = 2, 3 – p = 4, 4 – p = 6. Точки – экспериментальные данные [7], линии – расчет по (1)

Рис. 3 – 5 построены по результатам испытаний, проведенных при перекачивании воды. Далее необходимо учесть влияние вязкости перекачиваемой жидкости на нагрузочные характеристики ОВН. В [4] с помощью анализа экспериментальных данных были получены эмпирические формулы для безразмерной подачи Qb и затраченной мощности Nb : (справедливость формул подт

$$Qb \equiv Q/Q_0 = 1 - 0,000780 \cdot (vb - 1), \quad (4)$$

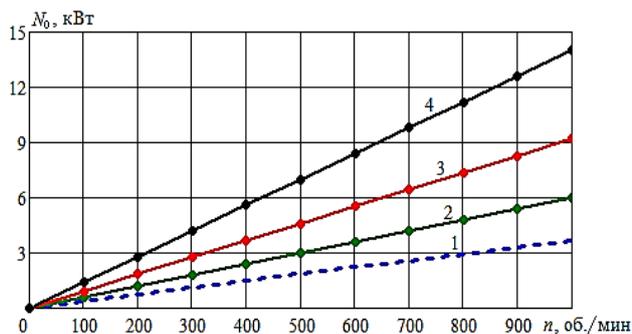


Рисунок 4 – Зависимость мощности ОВН Atlas W53 от ЧВР при различных давлениях: 1 – p = 0, 2 – p = 2, 3 – p = 4, 4 – p = 6. Точки – экспериментальные данные [7], линии – расчет по (3)

Опорные точки в табл. 2 позволили восстановить зависимость подачи винтовых насосов серии ОВН от ЧВР при наибольшем допустимом перепаде давления (ΔP=500 кПа). По рис. 5 видно, что опытные точки хорошо ложатся на прямые, проходящие через начало координат. Это случай довольно распространен. Ему соответствуют экспериментальные данные нескольких компаний [7, 8]. Разработанный метод позволяет пересчитать зависимости на рис. 5 на меньшие значения ΔP.

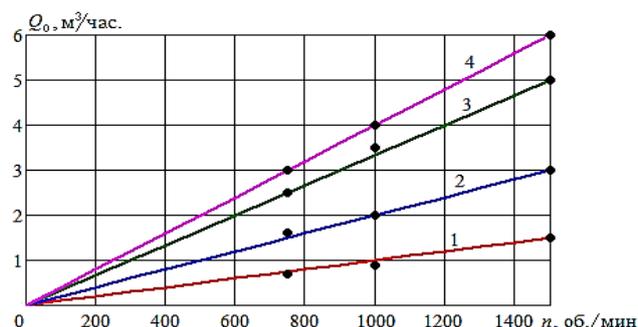


Рисунок 5 – Зависимость подачи винтовых насосов серии ОВН от ЧВР при p = 5: 1 – ОНВ-1, 2 – ОНВ-2, 3 – ОНВ-3, 4 – ОНВ-4. Точки – данные испытаний из табл. 2, линии – расчет по формуле (1)

$Nb \equiv N/N_0 = 1 + 0,001765 \cdot (vb - 1), \quad (5)$
где $vb = v/v_0$, v – коэффициент кинематической вязкости перекачиваемой жидкости, м²/с; v_0 – коэффициент кинематической вязкости воды при 20°С, м²/с; Q_0, N_0 – соответственно, значения подачи и затраченной мощности ОВН, полученные при перекачивании воды; Q, N – при перекачивании пищевой жидкости.

На рис. 6 представлены результаты расчета по формулам (4), (5). Видно, что с увеличением вязкости пищевой жидкости подача ОВН заметно падает, а затраченная мощность возрастает.

Т
а
к

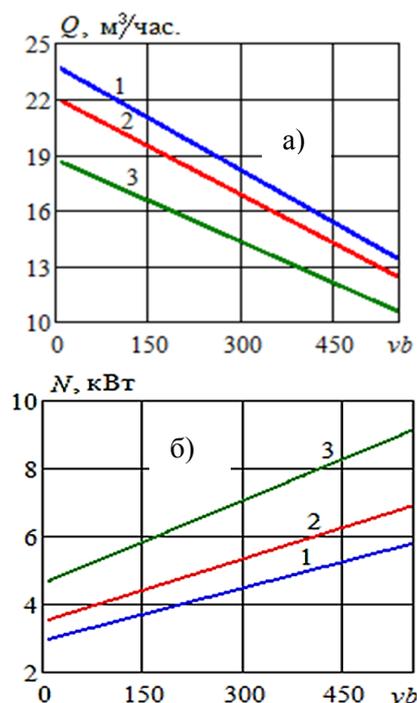


Рисунок 6 – Влияние вязкости жидкости на подачу (а) и затраченную мощность (б) ОВН Atlas W53 при $n = 370$ об/мин и разных перепадах давления: 1 – $p = 2$, 2 – $p = 3$, 3 – $p = 5$

На рис. 7 показана связь стоимостных характеристик с подачей ОВН при максимальном перепаде давления Atlas W53 и ОНВ-4. Видно, что эта связь может быть, вполне удовлетворительно аппроксимирована параболической функцией, коэффициенты которой зависят от технических параметров и особенностей конструкции серии ОВН.

Заключение

Таким образом, можно рекомендовать следующую последовательность выбора ОВН:

Задать необходимый в технологическом процессе расход пищевой жидкости (компонента) Q , транспортируемой по трубопроводу.

Определить коэффициент кинематической вязкости этой жидкости при заданных условиях (температуре транспортирования) ν ; найти отношение $\nu b = \nu/\nu_0$.

По гидравлической схеме технологического трубопровода рассчитать потери давления ΔP при течении пищевой (неньютоновской) жидкости с расходом Q .

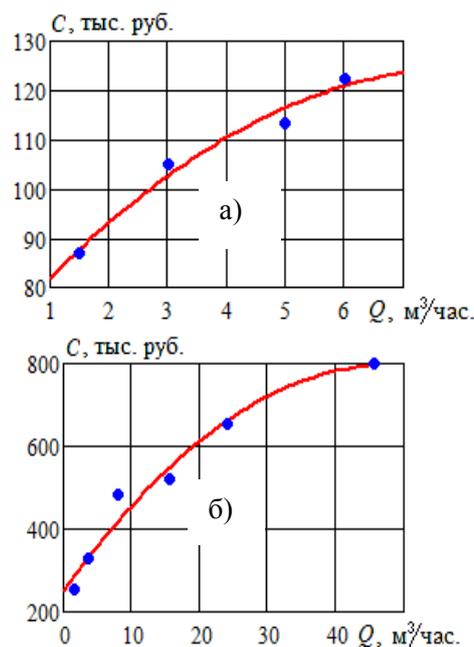


Рисунок 7 – Связь стоимостных характеристик и подачи ОВН при максимальном перепаде давления: а – Atlas W53 (при $n = 370$ об/мин), б – ОНВ-4 (при $n = 1500$ об/мин)

По формуле (4) найти, какой большей подаче на воде Q_0 соответствует рассчитанный выше расход жидкости Q .

По таблицам технических параметров (см. табл. 1 и 2) подобрать ОВН с наиболее близкими значениями Q_0 и ΔP . При необходимости уточнить требуемую ЧВР (см. рис. 3, 5).

Аналогичным образом рассчитать затраченную мощность ОВН при транспортировке пищевой жидкости N , и какой меньшей мощности на воде N_0 она соответствует.

Проверить достаточность мощности электродвигателя в компоновке, предлагаемой производителем.

Оценить стоимостные характеристики установки (см. рис. 7).

Литература

- Nelik L., Brennan J. Progressing Cavity Pumps Down-hole Pump and Mudmotors. Houston, Texas: Gulf Publishing Company, 2005. 214 p.
- Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Одновинтовые гидравлические машины. В 2 т. – М.: ООО «ИРЦ Газпром». – 2005. – Т.1 Одновинтовые насосы. – 488 с.
- Bi H, Wu M and Zhang X 2016 Design of parameters optimization system for crew pump well // Int Journal of Simulation: Systems, Science and Technology. 2016. Vol. 17, pp. 11-16.
- Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин С.И. Работа одновинтовых насосов с жидкостями различной

вязкости // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2020. № 4 (54). С. 40-44.

5. Наумов В.А. Оценка влияния вязкости жидких пищевых продуктов на нагрузочные характеристики одновинтовых насосов // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 2. С. 290–300.

6. Akhmedova N.R., Naumov V.A. Determination of the load characteristics of singlescrew pumps used at the enterprises of the agroindustrial complex // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. 1045 012074.

7. Alpha Dynamic Pumps Atlas WSM [Electronic resource]. URL: <https://www.alphadynamic.eu/products/atlas-progressive-cavity-pump/atlas-wsm/> (date of access: 01.10.2023).

8. CSF Inox Eccentric Screw Pumps [Electronic resource]. URL: <https://www.csf.it/en/products/volumetric-pumps/eccentric-screw/mc-series/> (date of access: 01.10.2023).

Завод «Диспергатор». Винтовые насосы ОНВ [Электронный ресурс]. URL: <https://zavod-dispergator.ru/nasos>

БМС Гидромаш. Технические руководства [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hms-livgidroy.opv/> (дата обращения: 01.10.2023).

Русская ферма. Винтовые насосы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.russkayaferma.ru/catalog>

УДК 621.64: 621.67

РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В СИСТЕМАХ С СЕКЦИОННЫМИ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ НАСОСАМИ

Н.Л. Великанов¹, В.А. Наумов², С.И. Корягин³

^{1,2}*Калининградский государственный технический университет (КГТУ), Россия, 236000, г. Калининград, Советский пр., 1;*

³*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. Канта), Россия, 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14.*

Описаны метод и алгоритм расчетов при выборе варианта секционного центробежного насоса по гидравлическим и стоимостным параметрам. Приведены примеры расчетов. Показана нелинейность решаемой задачи.

Ключевые слова: секционные центробежные насосы, номинальная подача, стоимостные параметры, задача оптимизации.

SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS IN SYSTEMS WITH SECTIONAL CENTRIFUGAL PUMPS

N. L. Velikanov, V. A. Naumov, S. I. Koryagin

Kaliningrad State Technical University (KSTU), Russia, 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1.

Immanuel Kant Baltic Federal University (IKBFU), Russia, 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14

The method and algorithm of calculations when choosing the option of a sectional centrifugal pump according to hydraulic and cost parameters are described. Examples of calculations are given. The nonlinearity of the problem being solved is shown.

Keywords: sectional centrifugal pumps, nominal flow, cost parameters, optimization problem.

Введение

Исследованию характеристик центробежных насосов посвящено большое количество статей [1-4]. Так в [1] описана платформа с открытым исходным кодом для решения сложных задач оптимизации, которая предоставляет множество

возможностей, включая эволюционные алгоритмы, алгоритмы роевого интеллекта, алгоритмы многоцелевой оптимизации, алгоритмы оптимизации с поддержкой.

¹*Великанов Николай Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой судостроения, судоремонта и морской техники, тел. 8 (4012) 56 48 02; e-mail: nikolaj.velikanov@klgtu.ru;*

²*Наумов Владимир Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности и природообустройствател. 8 (4012) 99 53 37; e-mail: vladimir.naumov@klgtu.ru;*

³*Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, профессор образовательно-научного кластера «институт высоких технологий», тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: SKoryagin@kantiana.ru.*

Благодаря независимости от конкретной задачи, алгоритмы универсальны для работы в разных областях с различными уровнями, таких как мультимодальные ландшафты, дискретные пространства поиска, множество целей. С тех пор как платформа начала работать в 2017 году, она использовалась многими исследователями. Однако основные термины и концепции оптимизации вызывают трудности при освоении.

В статье [2] представлен и описан новый программный инструмент для анализа и решения задач оптимизации. Этот инструмент позволяет строить графики нескольких функций одновременно, перемещаться по ним и находить критические точки с помощью нескольких численных методов. В зависимости от разрешаемых проблем, пользователь может выбрать контекст в двух или трех измерениях, а также выбрать более удобный метод решения. Более того, изменение параметров в конкретном методе является прозрачным и понятным; цель этого программного обеспечения - упростить работу студентов, инженеров и исследователей, работающих в графической и интерактивной среде, с полностью интуитивно понятным пользовательским интерфейсом.

Представления играют существенную роль в математическом мышлении [3]. Они способствуют пониманию математических концепций и стимулируют развитие гибкого и разностороннего мышления при решении задач. Особенно это важно при использовании в задачах оптимизации - типе задач, который считается важным при преподавании математики и обучении в высших учебных заведениях. Результаты показывают тесную связь между успехами студентов в решении задач оптимизации и их умением использовать представления.

Нестабильные или плоские кривые напора могут вызвать проблемы при параллельных операциях или в плоских системах [4]. Несмотря на значительные усилия, которые были приложены для изучения неустойчивости кривой напора в одноступенчатых центробежных насосах со спиральным корпусом, причина такого явления изучена недостаточно. В исследовании [4] рассматривалось изменение гидравлических потерь на основе взаимосвязи между распределением скоростей и полями генерации энтропии. Стационарное и нестационарное моделирование было применено для насоса с выходным диаметром рабочего колеса 174 мм, и нестационарные результаты в большей степени совпадают с экспериментами. Результаты показали, что потери в основном сосредоточены на всасывающей поверхности лопасти. Скорость образования энтропии в корпусе насоса при частичном расходе незначительно изменялась с уменьшением расхода, в то время как

потери энергии в рабочем колесе резко увеличивались при снижении расхода до значений, равных половине расчетного расхода. Потери в рабочем колесе были в основном сосредоточены в области вблизи входа и выхода в рабочее колесо, где вблизи задней кромки лопасти возник вихрь, вращающийся в противоположную сторону. Вихрь вызвал резкое увеличение скорости образования энтропии на поверхности давления и в проточном канале. Такое увеличение было основной причиной неустойчивости характеристик напора.

Исходные данные и методика расчета

В подавляющем большинстве названных и других статей были исследованы технические характеристики.

В [5] было показано, что в задаче оптимизации диаметра трубопровода системы водоснабжения необходимо учитывать не только нагрузочные характеристики, но и затраты на центробежный насос. Эта задача решается путем отыскания значения внутреннего диаметра трубопровода δ , при котором функция суммарных затрат на систему водоснабжения (капитальных и эксплуатационных) имеет минимум. Для чего производную от функции суммарных затрат по δ приравнивают к нулю. При этом возникает необходимость найти производную от стоимости центробежного насоса P по напору H .

В данной статье в качестве исходных данных был использован прайс-лист компании «Электромонтаж» на секционные центробежные насосы ЦНС производства «Пинский опытно-механический завод» (на 01.09.2023) [6].

Было установлено, что зависимость стоимости ЦНС от номинального напора линейная (рис. 1):

$$P = P_0 + K \cdot H, \quad (1)$$

В табл. 1 представлены результаты определения значений P_0 и K при разной величине номинальной подачи Q методом наименьших квадратов. Рассчитан скорректированный (исправленный) индекс детерминации линейной модели R_1^2 , который содержит поправку на число степеней свободы:

$$R_1^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot (n - 1) / (n - 1 - m), \quad (2)$$

где R^2 – индекс детерминации, рассчитанный без учета поправки;

n – количество значений для ЦНС с заданной подачей ($n = 9$);

m – число степеней свободы, в линейной модели $m = 2$.

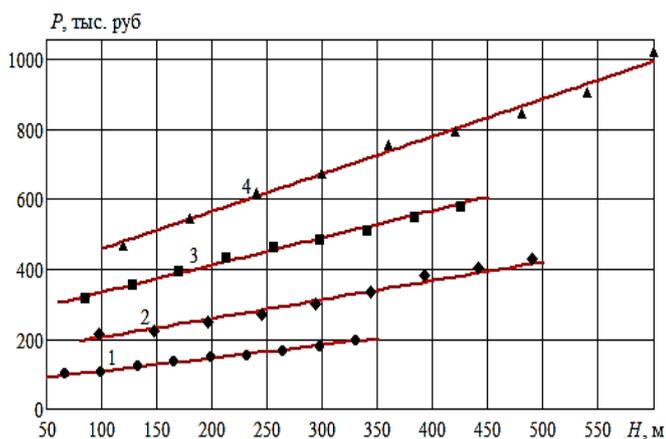


Рисунок 1 – Зависимость стоимости ЦНС от номинального напора при различных значениях подачи: 1 – $Q=60$ м³/час; 2 – $Q=105$ м³/час; 3 – $Q=180$ м³/час; 4 – $Q=300$ м³/час. Точки – данные [6], линии – результаты расчета по формуле (1)

Таблица 1 – Технические и стоимостные показатели центробежных насосов ЦНС

| Q , м³/час | P_0 , тыс. руб. | K , тыс. руб./м | R_1^2 |
|--------------|-------------------|-------------------|---------|
| 60 | 76,38 | 0,353 | 0,991 |
| 105 | 139,94 | 0,584 | 0,975 |
| 180 | 262,42 | 0,752 | 0,993 |
| 300 | 348,34 | 1,077 | 0,983 |

По табл. 1 видно, что индексы детерминации весьма высоки. Значит, линейная модель пригодна для расчетов.

Результаты и их обсуждение

Найденные значения K и представляют собой величины производной от стоимости насоса по напору. Таких значений достаточно при решении задачи оптимизации диаметра водопровода при заданной (фиксированной) подаче, что характерно для проектирования централизованных систем водоснабжения городских районов и поселков. Обобщенные характеристики канализационных насосов высокой производительности рассмотрены в работе [7]

Однако в промышленных системах водоснабжения нередко бывают условия, когда задан объем воды (или иной жидкости), который необходимо перекачать. Тогда Q становится еще одной независимой переменной (аргументом). При решении такой задачи требуется найти зависимость стоимости насоса от двух аргументов: $P \equiv f(H, Q)$.

По табл. 1 P_0 и K являются возрастающими функциями подачи насоса Q :

$$P_0 = f_1(Q), K = f_2(Q). \quad (3)$$

По рис. 2 видно, что зависимости (3) отличаются от линейных. Было установлено, что их можно аппроксимировать многочленами 2-го порядка:

$$f_1(Q) = a_0 + a_1Q + a_2Q^2, f_2(Q) = b_0 + b_1Q + b_2Q^2. \quad (4)$$

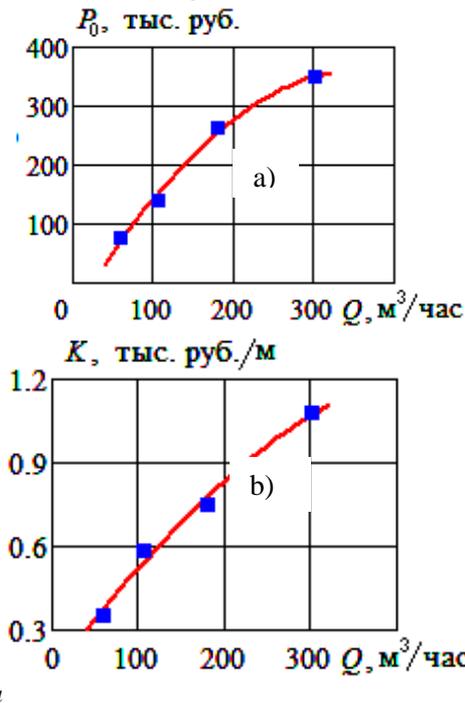


Рисунок 2 – Зависимость величин P_0 (a) и K (b) от номинальной подачи насоса. Точки – по данным [6], линии – результаты расчета по формуле (3)

По рис. 2 видно, что результаты расчета по формулам (3) хорошо согласуются с данными [6]. Значения коэффициентов в формулах (4) были получены методом наименьших квадратов, для ЦНС:

$$a_0 = -55,78; a_1 = 2,30; a_2 = -0,00316; b_0 = 0,132; b_1 = 0,00428; b_2 = -3,846 \cdot 10^{-6}.$$

Теперь можем записать зависимость стоимости насоса ЦНС от двух аргументов:

$$P \equiv f(H, Q) = (a_0 + a_1Q + a_2Q^2) + (b_0 + b_1Q + b_2Q^2) \cdot H. \quad (5)$$

Найдем исправленный индекс детерминации модели (5). Теперь в формуле (2) общее число точек $n = 36$; по количеству необходимых параметров $m = 6$. Расчет по (2) дает значение $R_1^2 = 0,989$, которое говорит о высокой адекватности модели (5) данным [6].

На рис. 3 представлен контурный график.

Заключение

Проведенные исследования для секционных центробежных насосов показали наличие нелинейных зависимостей стоимостных характеристик от параметров насосов. Эти обстоятельства необходимо учитывать при проектировании и модернизации гидравлических сетей и насосных установок.

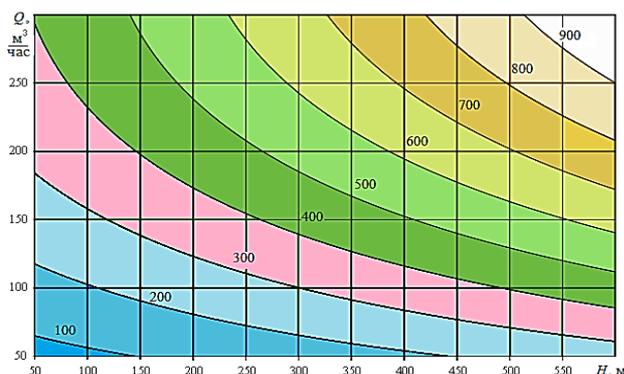


Рисунок 3 – Контурный график зависимости стоимости ЦНС (тыс. руб.) от номинального напора и подачи

Литература

1. Ye T., Weijian Zh., Xingyi Zh., Yaochu Jin A practical tutorial on solving optimization problems via PlatEMO. – Neurocomputing, Volume 518, 21 January 2023, Pages 190-205, <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.10.075>.
2. González-Palacios M.A., Ayala-Hernández J.E., Aguilera-Cortés L.A. On the solution of optimization problems. An interactive graphical approach. -

Journal of applied research and technology. - vol.16 no.5 Ciudad de México oct. 2018.

3. Villegas J. L., Castro E., Gutiérrez J. Representations in problem solving: A case study with optimization problems. - Electronic Journal of Research in Educational Psychology, №17, v.7(1). - 2009. Pp. 279-308.

4. X. Li, Z. Zhu, Yi Li, X. Chen Experimental and numerical investigations of head-flow curve instability of a single-stage centrifugal pump with volute casing. - Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A Journal of Power and Energy. - 230(7), 2016. - pp. 1-15. DOI: 10.1177/0957650916663326.

5. Наумов В.А. Определение оптимального диаметра трубопровода локальной системы водоснабжения с учетом нагрузочных характеристик и затрат на центробежный насос // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – № 2(47). – С. 153-160.

6. Многоступенчатые секционные насосы ЦНС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.a-a-a.ru/nasos/sekcion-pr.html> (дата обращения: 11.09.2023).

7. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Примак Л.В. Обобщенные характеристики канализационных насосов высокой производительности // Механизация строительства. – 2017. – Т. 78, № 10. – С. 32-36.

УДК 539.424:539.534.9

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ МАРТЕНСИТНОСТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ ЧС4-ВИ В ЗАКАЛЕННОМ СОСТОЯНИИ

В.Ф. Шишов¹

АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов» им. Д.И. Менделеева, Россия, 191014, г. Санкт-Петербург, ул. Парадная, д.8.

Исследовано влияние температуры испытания на механические свойства мартенситносталяющей стали ЧС4-ВИ в закаленном состоянии. Показано, что исследованная сталь с пределом текучести равном 951 Н/мм² (97 кгс/мм²) обладает высокой пластичностью и вязкостью, а также малой чувствительностью к концентраторам напряжений при температурах испытания от плюс 20 °С до минус 196 °С.

Ключевые слова: Мартенсит, сталь, прочность, пластичность, вязкость, надрез, трещина, температура.

MECHANICAL PROPERTIES AT NEGATIVE TEMPERATURES OF MARTENSITIC AGING STEEL CHS4-VI IN A HARDENED STATE.

V.F. Shishov

D.I. Mendeleev Central Research Institute of Materials JSC, Russia, 191014, St. Petersburg, st. Front, 8.

The influence of the test temperature on the mechanical properties of the martensitic-aging steel CHS4-VI in the hardened state is investigated. It is shown that the studied steel with a yield strength of 951 N/mm² (97 kgf/mm²) has high ductility and viscosity, as well as low sensitivity to stress concentrators at test temperatures from plus 20 °C to minus 196 °C.

Keywords: martensite, steel, strength, ductility, viscosity, incision, crack, temperature.

¹Шишов Владимир Федорович – кандидат технических наук, начальник лаборатории высокопрочной конструкционной стали тел. (812) 274-46-31, e-mail: info@sniiim.spb.ru.

Мартенситностареющие стали являются перспективными конструкционными материалами для изготовления изделий, работающих при отрицательных температурах [1 – 4].

Основным преимуществом безуглеродистых мартенситностареющих сталей является их необычно высокая вязкость разрушения, в том числе, и при отрицательных температурах, что определяется прежде всего свойствами матрицы – железоникелевого мартенсита с содержанием 12 – 18% никеля. Такой мартенсит в отличие от мартенсита, содержащего углерод в твердом растворе, имеет сравнительно низкую прочность, высокую пластичность и вязкость, а также низкий коэффициент упрочнения при холодной пластической деформации.

В настоящей статье представлены данные о влиянии температуры испытания от плюс 20 °С до минус 196 °С на изменение прочности, пластичности, ударной вязкости и сопротивления концентрации напряжений стали ЧС4-ВИ в закаленном состоянии без последующего старения, когда эта сталь имеет наибольшую пластичность и наибольшую вязкость.

Сталь ЧС4-ВИ (типа Н18К9М5Т) была выплавлена в промышленной вакуумной индукционной печи. Образцы изготавливались из кованых прутков сечением 14x14 мм.

Температураковки – 1100 – 850 °С. Охлаждение прутков послековки и при закалке от 820 °С 1 час происходило на воздухе.

В закаленном состоянии исследованная сталь имела практически полностью мартенситную структуру. По данным рентгеноструктурного анализа содержание γ -фазы не превышало 3 %.

Механические свойства при растяжении определяли на цилиндрических пятикратных образцах диаметром 5 мм. Чувствительность к надрезу определяли при испытании на растяжение цилиндрических образцов диаметром 7 мм с кольцевым надрезом (глубина надреза – 1 мм, радиус в вершине надреза – 0,1 мм, угол раскрытия – 60 градусов). Чувствительность исследованной стали к действию концентрации напряжений оценивали по значению временного сопротивления надрезанных образцов и величине коэффициента чувствительности к надрезу $a = \sigma_B^H / \sigma_B$ [5]. Ударную вязкость определяли при испытании образцов, изготовленных по ГОСТ.

Механические свойства стали ЧС4-ВИ в закаленном состоянии при испытании на статическое растяжение и динамический изгиб в интервале температур от плюс 20 °С до минус 196 °С приведены в таблице 1. Из данных этой таблицы следует, что с понижением температуры испытания предел текучести и временное сопротивление закаленной стали ЧС4-ВИ значительно повышаются. Так при температурах испытания минус 60 °С, минус 100 °С и минус 196 °С эти прочностные характеристики увеличиваются в среднем на 147, 196 и 490 Н/мм² (15,20 и 50 кгс/мм²) соответственно. Для сравнения можно отметить, что применяемые в криогенном машиностроении низкоуглеродистые никельсодержащие стали 0Н6 и 0Н9, например, при температуре минус 196 °С упрочняются только на 274 – 372 Н/мм² (28 – 38 кгс/мм²) [6].

Таблица 1 – Механические свойства стали ЧС4-ВИ в закаленном состоянии при отрицательных температурах

| Режим заковки | Температура испытаний | $\sigma_{0,2}$ | σ_B | δ_5 | δ_p | ψ | σ_B^H | σ_B^H / σ_B | КС и | KCV | кст |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------------------------|---------------|------------|------------|--------|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | °С | Н/мм ² (кгс/мм ²) | | % | | | Н/мм ² (кгс/мм ²) | - | Дж/см ² (кгс-м/см ²) | | |
| 820 °С, 1 час, воздух | + 20 | 951 (97) | 1078 (ПО) | 15,2 | 2,8 | 77 | 1695 (173) | 1,57 | 269,7 (27,5) | 228,5 (23,3) | 215,7 (22,0) |
| | -60 | 1098 (П2) | 1245 (127) | 16,0 | 3,5 | 76 | 1921 (196) | 1,54 | 189,3 (19,3) | 171,6 (17,5) | 120,6 (12,3) |
| | - 100 | 1117 (П4) | 1274 (130) | 16,4 | 3,6 | 76 | 1940 (198) | 1,54 | 168,5 (17,2) | 150,0 (15,3) | 79,4 (8,1) |
| | - 196 | 1431 (146) | 1578 (161) | 18,3 | 5,7 | 73 | 2401 (245) | 1,52 | 98,1 (10,0) | 87,3 (8,9) | 43,1 (4,4) |

Предел текучести и временное сопротивление исследованной стали с понижением температуры испытания увеличиваются практически одинаково. Отсутствие опережающего увеличения временного сопротивления по сравнению с пределом текучести при отрицательных температурах испытания свидетельствует о том, что при низкотемпературной деформации закаленной стали ЧС4-ВИ не происходит превращения остаточного аустенита в мартенсит. Следовательно, большое упрочнение закаленной стали ЧС4-ВИ с понижением температуры не связано с фазовым превращением в процессе испытания на растяжение при низких температурах.

С понижением температуры испытания полное относительное удлинение стали увеличивается за счет увеличения равномерной составляющей. Равномерное удлинение закаленной стали ЧС4-ВИ при комнатной температуре относительно небольшое - 2,5...3,0 %. Поэтому при понижении температуры испытания до -196° С полное относительное удлинение этой стали увеличивается сравнительно мало (с 15,2 % до 18,3 %).

Относительное сужение закаленной стали ЧС4-ВИ при понижении температуры испытания до -196 °С уменьшается менее чем на 10 %.

При испытании на растяжение образцов с кольцевым надрезом временное сопротивление σ_B^H закаленной стали ЧС4-ВИ повышается с понижением температуры и достигает наибольшего значения при температуре минус 196 °С. При этом отношение σ_B^H/σ_B при всех температурах испытания больше 1,5, что указывает на малую чувствительность закаленной стали ЧС4-ВИ к концентрации напряжений при одноосном растяжении.

Интенсивность уменьшения ударной вязкости исследованной стали с понижением температуры при испытании образцов с круглым и с острым надрезом практически одинаковая, а в случае испытания образцов с усталостной трещиной примерно в 1,5-2 раза большая. Ударная вязкость закаленной стали ЧС4-ВИ при температуре

жидкого азота высокая: КСУ = 98,1 Дж/см² (10 кгс·м/см²), КСВ = 87,3 Дж/см² (8,9 кгс·м/см²), КСТ = 43,1 Дж/см² (4,4 кгс·м/см²), что указывает на высокую хладостойкость этой стали.

При температурах испытания от плюс 20 °С до минус 196 °С макрорельеф поверхности излома ударных образцов с круглым и острым надрезом и с трещиной вязкий, матовый, что наглядно свидетельствует об осуществлении интенсивной локальной пластической деформации металла в процессе разрушения.

Вывод

1 Мартенситностареющая сталь ЧС4-ВИ в закаленном состоянии с пределом текучести равном 951 Н/мм² (97кгс/мм²) при комнатной температуре обладает большим запасом пластичности и вязкости и высоким сопротивлением концентрации напряжений при растяжении и при динамическом изгибе в интервале температур испытания от плюс 20 °С до минус 196 °С (при минус 196 °С: $\psi = 73 \%$; $\sigma_B^H/\sigma_B = 1,52$; КСТ = 43,1 Дж/см² (4,4кгс·м/см²).

Литература

1. Перкас М.Д. Структура и свойства высокопрочных сталей со стареющим мартенситом. МиТОМ, 1970, №7, с 12-24.
2. Перкас М.Д., Кардонский В.М. Высокопрочные мартенситностареющие стали. М. «Металлургия», 1970, 224 с.
3. Перкас М.Д., Структура, свойства и область применения высокопрочных мартенситностареющих сталей. МиТОМ, 1985, №5, с 23-33.
4. Солнцев Ю.П., Викулин А.В. Прочность и разрушение хладостойких сталей. «Металлургия» 1995, 256 с.
5. Лебедев Д.В., Овсянников Б.М. Конструктивная надежность сталей и сплавов при низких температурах. МиТОМ, 1968, №7, с 74-79.
6. Ульянов Е.А., Фаткина А.М. Исследование сталей 0Н6А и 0Н9А для работы до - 196°С. МиТОМ, 1967, № 6, с 37- 41.



УДК 338.1

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ РОБОТИЗАЦИИ БЕЛОРУССКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕАЛИЙ

Т.В. Сергиевич¹

*Белорусский национальный технический университет (БНТУ),
Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65.*

Статья посвящена выявлению рисков роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий. Были раскрыты экономические риски, а также риски, которые сами по себе не являются экономическими, но требуют значительных экономических затрат на их снижение или нивелирование, и усиливают действие первых.

Ключевые слова: экономика машиностроения, модернизация экономики, роботизация промышленности, экономические риски, экономика Беларуси, промышленная политика.

ECONOMIC RISKS OF ROBOTICS IN BELARUSIAN MECHANICAL ENGINEERING IN THE CONDITIONS OF NEW TECHNOLOGICAL AND GEOECONOMIC REALITIES

T. V. Serhiyevich

*Belarusian National Technical University (BNTU),
Republic of Belarus, 220013, Minsk, Nezavisimosti Avenue, 65*

The article is devoted to identifying the risks of robotization of the Belarusian mechanical engineering in the context of new technological and geo-economic realities. Economic risks were disclosed, as well as not economic risks, but requiring significant economic costs to reduce or level them, and enhance the effect of the former.

Key words: economics of mechanical engineering, modernization of the economy, robotization of industry, economic risks, economy of Belarus, industrial policy.

Роботизация как процесс, трансформирующий экономическую систему и отдельные ее подсистемы, обуславливает возникновение новых технологических, социальных, экономических и иных рисков и трансформирует уже существующие риски на микро- и макроуровнях этой системы. Многие из них не носят чисто экономический характер, однако их актуализация может обусловить нарушение экономической безопасности машиностроительного предприятия и национальной экономической системы. В данном контексте целесообразно использовать сформулированное Е. А. Бидзюрой определение, согласно которому «экономическая безопасность – это поддержание нормы функционирования субъекта, обеспечивающееся путем создания единого, устойчивого, организационно оформленного, относительно самостоятельного комплекса механизмов, ориентированного на реализацию социально-экономических интересов и намеченных

стратегических целей в условиях актуализированных и потенциальных угроз» [1, с. 129]. Под экономической безопасностью промышленного предприятия названный автор понимает «поддержание функционирования промышленного предприятия в пределах нормы путем создания устойчивой динамичной системы, ориентированной на законную реализацию социально-экономических интересов при экономически допустимом риске в условиях актуализированных и потенциальных угроз с целью повышения конкурентоспособности производимой продукции и обеспечения непрерывной деятельности предприятия» [2, с. 105]. Соответственно, возникающие технологические, социальные, этические и иные риски роботизации белорусской экономики и машиностроительного комплекса в частности также должны оцениваться сквозь призму экономической допустимости.

¹Сергиевич Татьяна Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика и право», тел.: +3 (7517) 378-93-54, e-mail: serhiyevich@gmail.com.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (договор с БРФФИ № Г22У-006 от 04.05.2022 г.).

Большинство экономических рисков, возникающих в процессе роботизации белорусской экономики, являются рискам роботизации машиностроения, поскольку именно машиностроение выступает ядром белорусской экономики и относится к наиболее роботизированным отраслям промышленности.

В числе значимых рисков, возникающих в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, которые носят не прямой, а опосредованный экономический характер, следует назвать: рост технологической и цифровой зависимости и уязвимости промышленного предприятия при снижении зависимости предприятия от человеческого фактора; нарушение кибербезопасности; незащищенность коммерческих и персональных данных; рост правовой зарегулированности использования персональных данных, что замедляет развитие использования искусственного интеллекта вообще и в связи с робототехникой в частности; социальные риски, связанные с изменением структуры занятости в кратко- и долгосрочной перспективах. Названные риски не являются экономическими сами по себе, однако их снижение или нивелирование требует значительных расходов.

К числу экономических рисков, возникающих в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, относятся: недостаточное финансирование роботизации; неоправданные инвестиции; дефицит предложения на протяжении цепочек создания технологических решений для модернизации; макроэкономические риски, связанные с высвобождением трудовых ресурсов; нарушение функционирования институтов; расширение рентоискательства.

Первым экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, является недостаточное финансирование роботизации. Модернизация промышленного предприятия, основанная на роботизации и расширении использования роботов с материальной оболочкой, – капиталоемкий процесс, требующий концентрации существенных инвестиционных ресурсов, которые могут быть получены за счет как внутренних источников, так и внешних. Вместе с тем практика показывает, что инвестиции в основной капитал в белорусской экономике осуществляются преимущественно из собственных средств организаций, причем доля собственных средств организаций в структуре инвестиций постоянно растет – с 32,9 % в 2010 г. до 44,9 % в 2021 г., в то время как доля кредитов (займов) банков снижается – с 32,3 % в 2010 г. до 12,8 % в 2021 г. [3, с. 246]. Такое поло-

жение дел является следствием отсутствия у белорусских предприятий к длинным дешевым деньгам, что существенно сдерживает потенциал модернизации отечественной промышленности, не позволяя нарастить инвестиционную и инновационную активность. Недостаточная инвестиционная и инновационная активность негативно влияет на увеличение конкурентного потенциала предприятий белорусского машиностроения на фоне того, как в условиях глобального экономического кризиса ведущие промышленно развитые страны «соревнуются» в разнообразии и щедрости мер государственной поддержки, оказываемой преимущественно крупному бизнесу в сфере промышленного производства. Рост объемов государственной поддержки промышленности и разнообразия ее форм для обеспечения национальной, технологической и экономической безопасности сегодня является тенденцией, характерной для большинства промышленно развитых стран мира. Для Республики Беларусь, столкнувшейся, помимо всего прочего, с беспрецедентным системным санкционным давлением, активное стимулирование технологической модернизации промышленности является мерой, необходимой для того, чтобы достигнутые успехи в области обеспечения спроса на белорусскую продукцию стали не временным, конъюнктурным явлением, а приобрели устойчивый характер, выведя отечественную промышленность на траекторию долгосрочного устойчивого роста. При этом ситуация, когда в экономике превалируют интересы денежно-кредитного сектора, имеет катастрофические последствия с точки зрения возможности ускоренной модернизации промышленности. Как подчеркивает по этому поводу Е. Б. Ленчук, «обеспечение финансовой стабильности посредством таргетирования инфляции, установления высоких процентных ставок, сохранения низкого уровня монетизации лишает компании возможности получения "длинных" денег (инвестиционных ресурсов), необходимых для реализации крупных инновационных проектов» [4, с. 34]. В результате нехватка инвестиций и, как следствие, устаревшее технологическое оборудование не позволяет белорусским предприятиям должным образом реагировать на сигналы рынка и занимать освобождаемые ниши.

Вторым экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, является риск неоправданных инвестиций, который может возникнуть вследствие некорректной интерпретации целей роботизации; выбора не подходящей для целей промышленного предприятия роботизированной технологии, в том числе с точки зрения ее экономической эффективности. В условиях быстрого обновления технологий, носящего, среди

прочего, симуляционный характер, инвестиции в приобретение новых технологий могут быть следствием вовлечения предприятия в технологическую гонку без наличия на то экономической целесообразности. «Предприятия промышленности также подвержены феномену моды (в особенности те, чьи акции представлены на фондовых рынках), что еще больше усиливает риски технологической зависимости» [5, с. 104]. Новые технологические и геоэкономические реалии обуславливают возникновение конструкции «"инновация – риск", поскольку вложения, инвестиции в изобретения, их внедрение и продвижение связаны с угрозами финансовых и иных потерь ввиду острой конкуренции за сверхприбыли от закрепившихся на рынке инновационных продуктов, технологий. Глобальные конкурентные преимущества – следствие верного понимания прогноза технико-технологического мегатренда» [6, с. 5], – справедливо отмечают российские ученые. Таким образом, следует учитывать, что принятие инвестиционных управленческих решений подвержено влиянию не только экономической целесообразности, но и целого комплекса иных социальных, идеологических и прочих факторов, которые будут различаться в зависимости от положения лиц, принимающих эти решения.

В качестве третьего экономического риска, возникающего в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, выступает дефицит предложения на протяжении цепочек создания технологических решений для модернизации. В авангарде разработки технологий роботизации стоят такие страны как Япония, Германия, Китай, США, Швеция, многие из которых проводят не дружественную по отношению к Республике Беларусь политику. Кроме того, по своей сути сложные высокотехнологичные цепочки создания стоимости роботов с материальной оболочкой увеличивают риски технологической зависимости, поскольку Республика Беларусь не может сосредоточить у себя все звенья этой цепи. В результате вся цепочка создания стоимости роботов подвержена риску дефицита, отдельные ее элементы чрезвычайно сконцентрированы вплоть до монополизации, предложение не является эластичным. Кроме того, переход на альтернативные технологические решения затруднен, поскольку комплексная роботизация требует высокого уровня интеграции технологий.

Четвертым экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, могут стать негативные макроэкономические эффекты, вызванные с высвобождением трудовых ресурсов в процессе роботизации. При этом следует различать риски, связанные с трудовыми ресурсами, в

кратко- и долгосрочной перспективе. Если в долгосрочной перспективе влияние роботизации на перспективы занятости является предметом дискуссии ученых, составления различных прогнозов – от пессимистичных, согласно которым человечество ожидает будущее без труда (например, [7]), до оптимистичных, авторы которых не видят в роботизации источник угроз для занятости, поскольку она порождает множество новых профессий и рабочих мест (например, [8]), то в кратко- и среднесрочной перспективе проблема высвобождения трудовых ресурсов стоит достаточно остро, поскольку ее решение требует комплексной оценки и нивелирования социально-трудовых рисков модернизации машиностроительного предприятия. Кроме того, как на уровне отдельного предприятия, так и на уровне национальной экономики может возникать проблема роста зависимости от высококвалифицированных профессионалов, которые всегда при смене технологического уклада в дефиците, при общей деградации профессиональных компетенций, что может обуславливать проблему пробела в компетенциях.

На социально-экономической составляющей влияния роботизации на занятость мы останавливались ранее (например, [9]). Не меньший интерес представляет макроэкономическая составляющая процесса потенциального высвобождения трудовых ресурсов в результате роботизации экономики, снижение занятости в случае отсутствия институтов их эффективного перераспределения и потенциальное сокращение платежеспособного спроса в экономике. Комплексная роботизация функционирующих предприятий связана с изменением кадровой структуры предприятия, где часть трудовых ресурсов в силу различных причин не может быть переквалифицирована для удовлетворения новых кадровых потребностей. Кроме того, сама по себе переквалификация трудовых ресурсов требует временных затрат, и в результате часть высвобождаемых трудовых ресурсов остается временно не задействована в экономике, что в краткосрочной перспективе может иметь определенные негативные последствия для поддержания внутреннего платежеспособного спроса. Следует, однако, отметить, что связь роботизации и динамики трудового положения, в частности «возможности потери работы, понижения в должности, вынужденной смены специализации либо перехода к предпринимательской деятельности» [10, с. 38], не однозначна и требует проведения дополнительных исследований в контексте белорусской экономики.

Технологизация производства – это процесс, проистекающий в конкретно исторических формах, но характерный для всех этапов развития промышленности. На определенных этапах развития общества, связанных с ростом технологиче-

ской безработицы в результате массового внедрения революционных технико-технологических решений (паровые машины, конвейер, роботы и т. д.), усиливается общественная реакция на процесс перераспределения общественного дохода. Например, в 1902 г. французским депутатом-социалистом Ж. Кутаном на рассмотрение в парламент был внесен законопроект, согласно которому предлагалось «учредить национальную кассу страхования на случай безработицы и для получения средств на это страхование обложить каждую паровую силу 5 франк. в год (*налогом – прим. Т. С.*)» [11, с. 156]. Логика введения налога на паровую силу состояла в том, что по мере распространения паровых машин в производстве технологическая безработица возрастала, а уволенный рабочий никак не был социально защищен. При подготовке данного законопроекта Ж. Кутан исходил из того, что «с развитием употребления машин непрерывно растет безработицы; справедливость требует обложить машину в пользу безработного <...> При капиталистическом режиме <...> последствием этого необычайного роста употребления машин является тот факт, что экономическое могущество все в большей и большей степени переходит к ограниченному числу предпринимателей, а простому рабочему <...> делается все менее и менее возможным стать самостоятельным, независимым, приобрести собственность; ему остается только безработица» [11, с. 155]. По-существу речь шла о попытках разработать новые механизмы перераспределения общественного дохода, основанные на принципах социальной справедливости. Однако «вследствие финансовых соображений» [11, с. 157] законопроект так и не был принят. Предложенный Ж. Кутаном «налог на паровые машины» в случае его введения снижал бы экономическую эффективность механизации производства, что сдерживало бы научно-технический прогресс. Но главное, это противоречило бы экономическим интересам предпринимателей, которым пришлось бы уплачивать дополнительный налог, перераспределяемый впоследствии в пользу формирующегося рабочего класса. Схожие идеи – идеи обложения налогом роботов – повсеместно звучат и сегодня среди авторитетных ученых-экономистов [12] как инструмент сохранения занятости или восстановления социальной справедливости в условиях развитого капитализма.

Еще одним экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, является нарушение функционирования экономических институтов. Как отмечается в научной литературе, «институциональная среда общества неопределенности и риска (*сегодняшняя стадия развития общества и экономики справедливо может быть охарактеризована как экономика рисков [13] – прим.*

Т. С.) может становиться более далекой от "совершенного" состояния и менее устойчивой. А это означает снижение способности институтов обеспечивать устойчивость обменов между людьми. Последнее, в свою очередь, означает увеличение вероятностей и возможных масштабов "провалов рынка" и "провалов государства"» [14, с. 12]. Институциональная среда роботизации белорусской экономики формируется в сложных условиях повышенной неопределенности и турбулентности экономических процессов. В результате используемые традиционные экономические институты обеспечения роботизации экономики могут быть недостаточно эффективны, в то время как новые, специфичные экономические институты еще не сформированы. Все это снижает потенциал роботизации и повышает транзакционные издержки этого процесса.

Наконец, в качестве шестого экономического риска, возникающего в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, выступает рентоискательство. Проблема рентоискательства, возникающая в процессе государственного стимулирования развития робототехники, характерна для многих стран – лидеров в роботизации, таких как, например, КНР и США. Развитие робототехнической отрасли требует государственных вложений в НИОКР, которые априори не могут гарантировано приносить коммерческую выгоду. Исходя из этого, при проведении роботизации машиностроения как ядра белорусской экономики следует исходить из того, что часть бенефициаров государственной поддержки может преследовать цели поиска ренты, до известной степени симулируя реальные экономические процессы развития роботизации экономики. В то же время, по мнению экспертов робототехнической отрасли, чрезмерная борьба с рентоискательством негативно влияет и на добросовестных участников: «... Огромные денежные средства идут на разработку новых устройств и механизмов, которые затем необходимо испытать (без этого их нельзя вывести на рынок). Это серьезная и дорогостоящая научная работа, на проведение которой можно получить государственную поддержку. Но тут возникает риск попасть под пристальное внимание компетентных органов, которые следят, на что идут каждые 100 рублей. В итоге производителю необходимо предъявлять огромное количество отчетов, что отвлекает от основной работы, попросту мешает заниматься разработкой и тестированием решений» [15]. Снижению рисков рентоискательства способствует накапливаемый в робототехнической отрасли социальный капитал, основанный на выстраивании «модели партнерства "государство – бизнес – общество"», без чего «опережающая модернизация белорусской промышленности невозможна» [16, с. 68].

Таким образом, в результате исследования были выявлены и содержательно описаны экономические риски, возникающие в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий. К названным рискам относят недостаточное финансирование роботизации; неоправданные инвестиции; дефицит предложения на протяжении цепочек создания технологических решений для модернизации; макроэкономические риски, связанные с высвобождением трудовых ресурсов; нарушение функционирования институтов; расширение рентоискательства. Перечисленные риски усиливаются теми, которые сами по себе не являются экономическими, однако требуют значительных экономических затрат на их снижение или нивелирование: рост технологической и цифровой зависимости и уязвимости промышленного предприятия; нарушение кибербезопасности; незащищенность коммерческих и персональных данных; рост правовой зарегулированности использования данных; социальные риски, связанные с изменением структуры занятости в кратко- и долгосрочной перспективах.

Литература

1. Бидзюра Е.А. Теоретические аспекты определения экономической безопасности как экономической категории / Е.А. Бидзюра // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2021. – Вып. 14. – С. 123–132. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2021-14-123-132>
2. Бидзюра Е.А. Теоретико-методологические подходы к определению экономической безопасности промышленных предприятий / Е.А. Бидзюра // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 100–108. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-100-108>
3. Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с.
4. Ленчук Е.Б. Формирование инновационной модели развития в России: работа над ошибками / Е.Б. Ленчук // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2018. – № 1. – С. 27–39.
5. Мелешко Ю.В. Риски перехода предприятий промышленного комплекса к цифровым бизнес-моделям в контексте Индустрии 4.0 / Ю.В. Мелешко // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2021. – № 3 (84). – С. 101–110.
6. Лепеш Г.В. Концептуальные основы цифровой индустриализации (на примере стран с различными технологическими укладами) / Г.В. Лепеш, О.Д. Угольникова, Л.Р. Шарафутдинова // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2021. – № 2 (56). – С. 3–14.
7. Чекмарев О.П. Трудовая теория стоимости и роботизация экономики / О.П. Чекмарев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 47. – С. 188–196.
8. Dahlin E. Are Robots Stealing Our Jobs? / E. Dahlin // Socius: Socius: Sociological Research for a Dynamic World. – 2019. – Vol. 5. – Pp. 1–14. <https://doi.org/10.1177/2378023119846249>.
9. Сергиевич Т.В. Некоторые политико-экономические аспекты исследования влияния роботизации на занятость в промышленности / Т.В. Сергиевич // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник. – М.: ИНИОН РАН, 2020. – Вып. 3, ч. 2. – С. 778–780
10. Зоргнер А. Автоматизация рабочих мест: угроза для занятости или источник предпринимательских возможностей? / А. Зоргнер // Форсайт. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 37–48. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.3.37.48>
11. Сувилов Н.И. Безработица и страхование от ее последствий в Западной Европе / Н.И. Сувилов. – СПб. : тип. т-ва «Обществ. польза», 1907. – 212 с.
12. Acemoglu A. Does the US tax Code Favor Automation? / D. Acemoglu, A. Manera, P. Restrepo // Brookings Papers on Economic Activity. – Spring 2020. – Pp. 231–300. <https://doi.org/https://doi.org/10.1353/eca.2020.0003>
13. Солодовников С.Ю. Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 8. – С. 16–55. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-16-55>
14. Коломиец А. Общество неопределенности и риска: противоречивость институциональных трансформаций / А. Коломиец // Общество и экономика. – 2022. – № 8. – С. 5–17. <https://doi.org/10.31857/S020736760021492-0>
15. «Люди на заводах все еще боятся роботов». Что происходит на рынке промышленной роботизации в России [Электронный ресурс]. – СК Сколково. – Публ. 24.03.2020. – Режим доступа: <https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2020/03/24/lyudi-na-zavodah-vse-esche-boyatsya-robotov-chto-proishodit-na-rynke-promyshlennoy-robotizacii-v-rossii.aspx> – Дата доступа: 15.07.2022.
16. Сергиевич Т.В. Пути преодоления организационно-экономических проблем роботизации белорусской промышленности / Т.В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2023. – Вып. 17. – С. 60–71. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2023-17-60-7>

РИСКИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С. В. Курегян¹, Ю. В. Мелешко², К. В. Скорая³

*Белорусский национальный технический университет,
220013, Республика Беларусь, Минск, ул. Я. Колоса, д.16*

В статье рассматриваются риски развития малого и среднего предпринимательства, связанные с цифровой трансформацией в новых геоэкономических условиях.

Ключевые слова: риски, постцифровая экономика, малое и среднее предпринимательство, цифровая трансформация, социально-экономическая безопасность.

RISKS OF DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES IN THE CONTEXT OF ENSURING SOCIO-ECONOMIC STABILITY IN THE REPUBLIC OF BELARUS

S. V. Kuregyan, Yu. V. Meleshko, K. V. Ambulance

Belarusian National Technical University, 16 Ya. Kolosa str., Minsk, 220013, Republic of Belarus

The article examines the risks of development of small and medium-sized businesses associated with digital transformation in new geo-economic conditions..

Key words: risks, post-digital economy, small and medium-sized businesses, digital transformation, socio-economic security.

Введение

Современные геоэкономические условия характеризуются высокой степенью неопределенности, вызванной с одной стороны, очередной технологической революцией, с другой стороны – трансформацией рыночной капиталистической экономики в пострыночную. Так, «для пострыночной экономики характерно наличие высокоэффективного промышленного производства, значительный рост доли сектора услуг в ВВП, дальнейшее увеличение значения знаний для развития экономики, развитие интернет-технологий и новые (пострыночные) формы конкурентной борьбы» [1, с. 50]. Широкое распространение относительно дешевых цифровых технологий предоставляет для малого и среднего предпринимательства новые возможности, связанные с появ-

лением новых рынков и новыми организационными способами ведения бизнеса. Например, «основное преимущество технологий четвертой промышленной революции заключается в создании новых бизнес-моделей, меняющих традиционное представление о взаимодействии с клиентами и формировании товарного предложения» [2, с. 62]. В то же время, цифровизация для малого и среднего предпринимательства может стать источником возникновения рисков, неучет которых ставит под угрозу функционирование предприятий. В этой связи, отказ от исключительно позитивистского подхода к цифровизации позволит выделить как уже существующие риски и угрозы в развитии малого и среднего предпринимательства, так и принципиально новые, связанные с цифровой трансформацией общества.

¹Самвел Вазгенович Курегян – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Экономика и право», БНТУ, тел. + 375 (17) 378-93-54, e-mail: kuregyan@bntu.by.

²Юлия Викторовна Мелешко – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика и право», БНТУ, тел. + 375 (17) 378-93-54, e-mail: meleshko@bntu.by.

³Ксения Викторовна Скорая – оператор ЭВМ, кафедра «Экономика и право», БНТУ, тел. +355 29 506-92-93, e-mail: skorayaksenia@gmail.com.

Основная часть

Для того, чтобы методологически правильно показать риски развития малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения социально-экономической стабильности в Республике Беларусь в новых геоэкономических условиях уделяется большее внимание традиционным рискам развития малых форм хозяйствования.

Например, нехватка собственных финансовых ресурсов, сложность привлечения заемных денежных средств (поскольку нет объектов для гарантии возврата средств) приводят к финансовой нестабильностью малого и среднего предпринимательства, снижению возможностей его развития. Существует также сложность в выходе на зарубежные рынки, в виду недостаточности ресурсов для современного маркетинга и относительно больших транзакционных издержек в сравнении с крупным бизнесом. Недостаточность юридических и экономических компетенций у большинства мелких и средних предпринимателей, недостаточность внимания со стороны местных администраций (поскольку последние больше заинтересованы в повышении социально-экономической эффективности работы градообразующих предприятий), сложность получения государственных грантов, низкий уровень инновационности малого и среднего предприятия приводят не только к снижению конкурентоспособности этих организаций, но и к возникновению в них кризисных ситуаций. Однако эти риски достаточно хорошо изучены в теории и достаточно не плохо преодолеваются в практической деятельности. Тем не менее, постоянно появляются принципиально новые риски.

Эти риски развития малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения социально-экономической стабильности порождаются быстро прогрессирующей цифровизацией общества и экономики. В свою очередь последняя выступает важным драйвером усиления политической, социальной, экономической, экологической, демографической и технико-технологической нестабильности стран и регионов, постоянно трансформируя геоэкономику, порождая при этом развитие экономики рисков, – по определению С. Ю. Солодовникова, экономике «высокотехнических и наукоемких производств, характеризующейся высочайшей степенью политико-экономических, технологических, финансовых и экологических неопределенностей и рисков» [3, с.

39] и повышенный динамизм геоэкономической ситуации.

Как справедливо отмечают по этому поводу белорусские экономисты: «По мере ускорения НТП, приведшего к НТР, смена доминирующих технологических укладов происходит все быстрее. В настоящее время в очередной раз наблюдается эта смена в мировой экономике» [4, 302]. Ускорение смены технологических укладов не только повышает неравномерность развития стран и регионов, что само по себе еще не является отличием нашей эпохи, поскольку еще В.И. Ленин писал о том, что в эпоху империализма, т.е. начиная с конца XIX – начала XX века усиливается неравномерность развития капиталистических стран [5]. Отличием нашего времени является изменение глубинной природы развитых рыночных экономик.

С.Ю. Солодовников пишет по этому поводу: «Ж. Бодрийяр гениально раскрывает сущность современных развитых экономик, основанных на либерально-рыночной доктрине, подчеркивая, что по сравнению с индустриальными обществами роль идеологии начинает играть все большее и большее значение в хозяйственной жизни, именно экономическая идеология позволяет избегать серьезных социально-экономических конфликтов, делает латентными классовые противоречия, препятствует росту самосознания низших и средних классов, переводит политэкономическое противостояние на основе совпадения и противоречия классовых интересов в симуляцию политики» [6, с. 86-87]. Но если при жизни Ж. Бодрийяра еще не было создано цифровое общество, то в наше время цифровые технологии, став средством манипулирования общественной и хозяйственной жизнью, радикально меняют риски развития малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения социально-экономической стабильности.

Именно поэтому раскрытие рисков развития малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения социально-экономической стабильности в Республике Беларусь в новых геоэкономических условиях, т.е. по существу в эпоху цифрового общества, необходимо проводить на основе осмысления влияния на названные риски цифровых трансформаций. Более того, в современной экономической науке уже активно начинают говорить о постцифровой эпохе. Как справедливо отмечают И.А. Аренков и А.А. Кунцман: «Каждый бизнес, уже прошедший процесс цифровых преобразований, на определенной стадии сталкивается с трансформационным кризисом:

возникает ситуация, при которой информационные технологии, ранее составлявшие базис конкурентных преимуществ компании, внедряются большинством игроков рынка, и отрасль достигает технологического равновесия. Такая ситуация в настоящее время уже наблюдается на большинстве рынков. Формируются предпосылки для перехода экономики к постцифровой модели развития, в рамках которой компании вынуждены искать новые подходы к интеграции цифровых технологий в систему управления для того, чтобы не утратить свои конкурентные позиции» [7, с. 28]. Названные авторы указывают на то, что «понятие "постцифровая экономика" в последние годы уверенно входит в лексикон ученых и специалистов-практиков. Использование данного термина не означает, что цифровые технологии теряют свою актуальность: новый тип экономики будет основываться на ключевых достижениях цифровой революции, однако эти достижения перейдут в разряд нормы. Так, «технико-технологическая модернизация в условиях ускорения технологических и экономических трансформаций из инструмента повышения эффективности производства превратилась в системный процесс целевых изменений экономики ...» [8, с. 38]. В качестве примера можно привести использование электричества и пара, которые в свое время сыграли важную роль в смене производственных укладов, а затем перешли в категорию обычных производственных ресурсов» [7, с. 29]. Когда речь идет о постцифровой экономике эксперты говорят о такой экономической системе под которой понимается совокупность экономических отношений, характеризующихся высоким уровнем персонализации за счет перманентного присутствия механизмов обратной связи между субъектами этих отношений, функционирующих на основе повсеместного использования зрелых цифровых технологий [9].

В условиях, когда информационные технологии, ранее составлявшие базис конкурентных преимуществ ряда малых хозяйственных форм (малого и среднего бизнеса), причем тех из них, которые были инновационными, уже внедрены большинством игроков рынка, неизбежно возникают риски банкротства ряда хозяйствующих субъектов. При этом риски банкротства для малого и среднего предпринимательства значительно выше, чем для крупных предприятий, поскольку последние обладают намного большими технологическими, кадровыми, финансовыми и институциональными ресурсами для адаптации к

изменениям внешней среды хозяйственного субъекта. Массовое разорение малых и средних предприятий неизбежно приводит к росту безработицы, сокращению доходов ряда домашних хозяйств, а значит может привести снижению социально-экономической стабильности в Республике Беларусь.

Крупные коммерческие организации работают в условиях постоянно растущих потребительских ожиданий и в связи с этим могут выстраивать свою технико-экономическую политику для получения в будущем устойчивых конкурентных преимуществ. Как пишут по этому поводу уже упоминаемые нами выше И.А. Аренков и А.А. Кунцман: «Такие компании получают базу для эффективной дифференциации в постцифровую эру. Следует отметить, что в процессе внедрения цифровых технологий компании должны уделять особое внимание вопросам надежности и безопасности ИТ-сервисов. С резким увеличением числа точек доступа и ростом популярности мобильных устройств возросли риски перехвата и кражи персональной информации. Потребители должны быть уверены, что компания, с которой они взаимодействуют, обеспечивает высокий уровень кибербезопасности, в частности, способна предотвращать неавторизованный доступ к данным и своевременно обнаруживать активность злоумышленников. При этом меры в области защиты информации не должны отрицательно сказываться на удобстве пользования ИТсервисами» [7, с. 32]. Названные авторы также отмечают, что «уже сейчас процесс принятия решений о покупке часто имеет динамичный, нелинейный характер. Мнения других людей, уже купивших товар, как правило, выступают в качестве основной входной информации при принятии таких решений. <...> Даже один негативный отзыв иногда может полностью разрушить репутацию товара и его производителя» [7, с. 34]. Как отмечают поэтому по поводу западные маркетологи: «Предприятиям уже сегодня жизненно необходимо широко использовать цифровые инструменты для повышения доверия к ним со стороны покупателей (система рекомендаций, покупка в один клик, программа лояльности Prime и т.д.)» [10]. Крупные предприятия обладают большими ресурсами (просто потому, что они большие) для нахождения ответов на эти новые вызовы, чем малый и средний бизнес.

В этих новых условиях постцифровой экономики развитие малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения социально-

экономической стабильности в стране сталкивается с принципиально новыми вызовами и угрозами, усиливаемыми современными геоэкономическими реалиями. Для того, чтобы ответить на эти вызовы малому и среднему бизнесу требуется принятие нестандартных, в том числе и институциональных решений.

Российские экономисты Р.М. Качалов и Ю.А. Слепцова отмечают: «Распространение бизнес-экосистем в последние годы активизировалось во многом также благодаря цифровым управленческим технологиям. Современная концепция бизнес-экосистем становится теоретической основой горизонтального или сетевого взаимодействия предприятий различных форм собственности и органов государственной власти и может иметь мезо- и даже макроэкономические перспективы. Организации, предприятия или иные экономические агенты, входящие в бизнес-экосистему, могут разделять общие цели устойчивого развития предпринимательской экосистемы, но могут следовать еще и своим, специфическим целевым установкам. Важно отметить, что бизнес-экосистемы не являются структурами одной отрасли экономики, они могут включать предприятия и организации из различных отраслей. Управленческие воздействия в такой системе имеют мягкий характер и представляют собой набор уникальных решений, формирующихся в рамках концепции развития всей экосистемы» [11, с. 41]. Названные авторы также отмечают, что «каждый элемент бизнес-экосистемы, с одной стороны, влияет, а с другой – зависит от окружающей среды. Различия в принципах принятия управленческих решений отдельных предприятий или организаций, входящих в бизнес-экосистему, могут стать источниками возникновения факторов риска в деятельности всей экосистемы. Важно отметить, что возможность корректировки управленческих решений своевременно, до возникновения существенного ухудшения условий устойчивого развития предпринимательской экосистемы, при возникновении конфликтной ситуации появляется, как правило, благодаря наличию в составе экосистемы механизмов своевременного выявления факторов риска, их анализа и оценки, а также разработки адекватных антирисковых воздействий.» [11, с. 42]. Применительно к предмету нашего исследования, следует отметить, что в субъектах малого и среднего бизнеса наличие всего комплекса механизмов своевременного выявления факторов риска экосистемы не может присутствовать по причине достаточно малого количества работников.

Правомерной, по нашему мнению, является гипотеза о возможности использования цифровых ресурсов (ботов), с функциональным назначением механизмов своевременного выявления факторов риска, их анализа и оценки, а также разработки адекватных антирисковых воздействий. С учетом быстрого развития нейронных сетей и искусственного интеллекта – постановка такой теоретической задачи сегодня представляется реальной, однако на практике не реализуемая, поскольку: во-первых, эта система сама будет нуждаться в защите от кибератак; во-вторых, названная система должна быть привязана к аналогичным системам коммерческих банков и страховых компаний, обеспечивающих финансовыми ресурсами бизнес, а это дополнительные издержки и новые риски и, в-третьих, в условиях экономики рисков постоянно происходит возникновение новых вызовов и угроз, а качественные характеристики рисков могут быстро меняться.

Говоря о проблемах оценки кредитных рисков для малого и среднего бизнеса Ю. Н. Локтионова и О. Н. Янина прямо указывают на сложность «оценки нагрузки на экономику по принятию и формированию рисков, и, прежде всего, кредитных рисков, которые являются неприемлемыми для финансового сектора и перекладываются на частных инвесторов. Исходя из содержания такого рода действительности, возникает проблема излишней концентрации кредитного риска в экономике, вызванной предпринимательской активностью, которая может привести негативным последствием. В первую очередь, речь идет о неэффективном отборе малых предприятий, малых проектов, бизнес-проектов, для предоставления им финансовых средств. Возникают последствия снижения ответственности самого предпринимателя перед инвестором. Это заключается, прежде всего, в ответственности за рациональным размещением и управлением полученным капиталом» [12, с. 22].

В данном случае говорится о том, что банковский сектор стремится снять с себя ответственность за кредитные риски, а бизнес заинтересован в обратном – снять с себя ответственность за кредитные риски, переложив ее на банки и страховые компании. Поскольку эта проблема сама по себе очень сложна, то не будем останавливаться на ней подробно. При этом констатируем, что усложнение в составе экосистемы механизмов своевременного выявления факторов риска, их анализа и оценки, а также разработки адекватных антирисковых воздействий, не только

не снимает проблему согласования экономических интересов хозяйствующих субъектов, а напротив ее усложняет. При этом наиболее уязвимым является малый и средний бизнес.

Выводы

Таким образом, нами установлено, что наряду с традиционными рисками развития малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения социально-экономической стабильности, появляются принципиально новые риски, порождаемые постцифровой экономикой – это невозможность для малых хозяйственных форм обеспечения: современных цифровых решений в сфере продаж; новых технологических управленческих решений; формирования конкурентно способного имиджа их товаров и услуг через интернет ресурсы; свободного доступа к кредитованию и страхованию бизнеса; кибер-безопасности.

Литература

1. Солодовников, С. Ю. Модернизация белорусской экономики и экономика рисков: актуальные проблемы и перспективы / С. Ю. Солодовников, Т. В. Сергиевич, Ю. В. Мелешко // Минск : Белорусский национальный технический университет, 2019. – 491 с. – ISBN 978-985-583-485-5. – EDN JCYUNY.
2. Мелешко, Ю. В. Цифровизация бизнес-моделей предприятий белорусского промышленного комплекса: направления, риски и инструменты / Ю. В. Мелешко // Экономическая наука сегодня. – 2021. – № 13. – С. 61–74. DOI 10.21122/2309-6667-2021-13-61-74. – EDN JJSGCZ.
3. Солодовников, С. Ю. Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня. – Минск: БНТУ. – 2018. – Вып. 8. – С. 16–55.
4. Солодовников, С. Ю. Социально-экономические факторы, определяющие изменение системы трудовой мотивации в новых социально-экономических и технологических условиях в Беларуси / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня. — 2017. – Вып. 5. – С. 296–308.
5. Ленин, В. И. Империализм как высшая стадия развития капитализма / В. И. Ленин // Полное собрание сочинений: в 55 т. .В. И. Ленин ; Ин-т марксизма-ленинизма при ЦК КПСС — 5-е изд. — М.: Гос. изд-во полит. лит., 1969. — Т. 27. Август 1915 ~ июнь 1916. — С. 359—364.
6. Солодовников, С. Ю. Влияние изучения иностранного языка на национальную модель хозяйствования и национальную безопасность / С. Ю. Солодовников // Техничко-технологические проблемы сервиса. Санкт – Петербургский Государственный экономический университет. – 2020. – №3 (53). – С. 84–89.
7. Аренков, И.А. Бизнес в постцифровую эпоху: возможности, риски и стратегии развития / И. А. Аренков, А. А. Кунцман // Журнал Маркетинг МВА: Маркетинговое управление предприятием. – 2019. – Вып. 3. – С. 25 –38.
8. Сергиевич, Т. В. Теоретико-методологические подходы к исследованию бизнес-модели / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня. – 2022. – Вып. 15. – С. 36–48. DOI <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-36-48>.
9. Digital Business in a Post-Digital Age (Part 1): Post-Digital Revolution [Электронный ресурс] // Medium, 2019. Режим доступа: <https://medium.com/@IndustrialMind1/digital-business-in-a-post-digital-age-part-1-post-digital-revolution-dfa01a5aa24e>. –Дата доступа: 03.03.2023.
10. Ways To Build Brands In The Post-digital World [Электронный ресурс] // FastCompany, 2012. – Режим доступа: <https://www.fastcompany.com/1681289/5-ways-to-build-brands-inthe-post-digital-world>. – Дата доступа: 20.04.2023.
11. Качалов, Р.М. Управление риском как инструмент устойчивого развития бизнес-экосистем / Р. М. Качалов, Ю. А. Слепцова // Экономическая наука современной России. –2021. – №1 (92). – С. 40 – 51.
12. Локтионова, Ю.Н Индикаторы риска малого бизнеса как развитие и формирование предпринимательских систем в рыночной экономике / Ю. Н. Локтионова, О. Н. Янина // Вестник Екатеринбургского университета. –2019. – №2(46). –С.22 – 26.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ КАК МЕХАНИЗМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ И ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИКИ

С.В. Николаев¹, Ю.Н. Власов²

¹*Общероссийская общественная организация «Российская инженерная академия»,
125009, г. Москва, Газетный пер., дом 9, строение 4;*

²*Государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Российская
таможенная академия»,
Россия, 140009, Московская область, г. Люберцы, Комсомольский проспект, 4.*

Рассмотрены аспекты теории и практики цифровых технологий, влияющие на региональную и отраслевую экономику. На примерах транспортно-логистической отрасли показаны экономические эффекты цифровизации. Высказана гипотеза и представлено её обоснование о приоритетности цифровых технологий в обеспечении экономического развития первой трети XXI века. Технологии рассмотрены как приоритетный компонент экономики в подходе «устойчивое развитие».

Ключевые слова: устойчивое развитие, региональная экономика, отраслевая экономика, цифровые технологии, транспортная отрасль, искусственный интеллект

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE TRANSPORT AND LOGISTICS INDUSTRY AS A MECHANISM FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

S.V. Nikolaev, Yu.N. Vlasov

*All-Russian Public organization "Russian Engineering Academy",
125009, Moscow, Gazetny Lane, building 9, building 4;*

*State State Educational Institution of Higher Education "Russian Customs Academy",
Russia, 140009, Moscow region, Lyubertsy, Komsomolsky Prospekt, 4.*

Aspects of the theory and practice of digital technologies affecting the regional and sectoral economy are considered. The examples of the transport and logistics industry show the economic effects of digitalization. The hypothesis is expressed and its justification is presented about the priority of digital technologies in ensuring the economic development of the first third of the XXI century. Technologies are considered as a priority component of the economy in the "sustainable development" approach.

Keywords: sustainable development, regional economy, sectoral economy, digital technologies, transport industry, artificial intelligence

Введение

Разгоревшееся военно-политическое противостояние 2022-2023 гг. является крупнейшим в Европе за последние 77 лет. Как следствие назревших геополитических противоречий, неразрешимых обычным путём переговоров, конфликт приобретает характер затяжной «войны на истощение». Кроме геополитической стойкости, России жизненно важно сохранение принадлежности к высшей лиге мировых экономик США и КНР, иное означает аналог прямого военного поражения со всеми вытекающими последствиями.

Актуальность исследования обусловлена резко обозначившейся критической важностью факторов и механизмов развития экономики в современных условиях в условиях политико-экономической нестабильности. Определение ключевых факторов экономического развития и механизмов их реализации оптимально рассмотреть на примерах региональной и отраслевой экономики.

Материалы и методы

В экономической теории существует точка зрения, что технологический аспект является драйвером развития экономики. Согласно

¹*Николаев Сергей Владимирович – академический советник, тел.: +7 (495) 768-34-19, e-mail: svn@iprio.ru;*

²*Власов Юрий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики, тел.: +7 (977) 651-37-11, e-mail: pobeda-872vlasov@yandex.ru.*

Шумпетеру, прорывные инновации («созидательное разрушение» [1]) обеспечивают переход экономического развития на качественно новый уровень. Подвергается эмпирической проверке ряд макроэкономических моделей (Леонтьев, Солоу), говорящих о ключевой роли технологии в экономическом развитии. На основе этого представляется обоснованным выделение технологий в качестве фактора развития экономических отношений.

Используется схема классической политэкономической модели «базис – надстройка», которая применяется в интерпретации «взаимное воздействие производительных сил на производственные отношения» [2].

Применяется усовершенствованный авторский подход «устойчивое развитие 2.0» [3], представляющий собой вариант гармонизации триады экономического, социального и технологического (с требованиями экологичности) компонентов, т.е. адаптированный под специфику региональной и отраслевой экономики.

Гипотезой исследования является предположение о сохраняющемся в первой трети XXI века приоритете технологических изменений, которые порождают новые социальные практики, что в совокупности создаёт новые условия развития для отраслевой экономики, причём в авангарде этого действует цифровые (информационные) технологии.

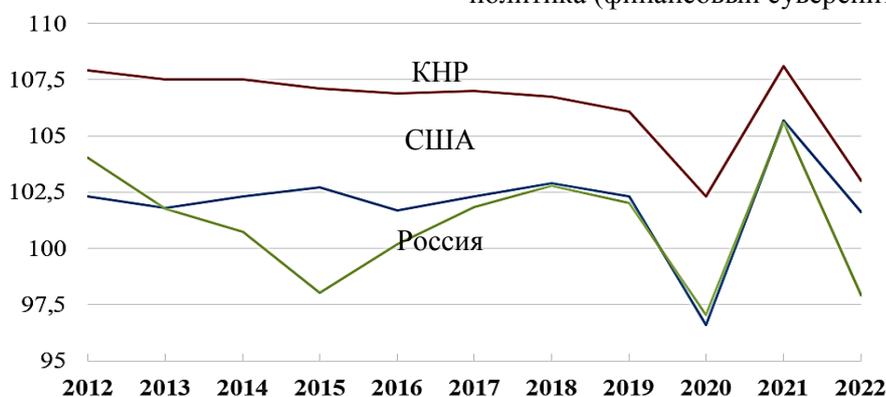


Рисунок 1 – Индексы физического объема ВВП КНР, США, РФ (2012-2022 гг.) [4].

В целом рост экономики обусловлен рядом факторов, таких как увеличение производительности труда, рост эффективности производственно-технологических операций в рамках обобщённых бизнес-процессов, и т.д. Согласно модели Солоу (The Solow model of exogenous growth), темп роста производительности труда равен темпу технического прогресса, который в сумме с темпом роста населения обеспечивает темп роста экономики в целом.

Результаты

Риски обострения геополитической борьбы с нанесением экономического ущерба России для оказания внешнеполитического давления известны достаточно давно: на практике («Мюнхенская речь», 2007; принуждение к миру агрессора Грузии, 2008; Крым, 2014) и в теории («Стратегия экономической безопасности», 2017).

О степени готовности экономики РФ к неизбежному международному противостоянию сложно судить по экономическим показателям – ВВП России в целом показывает адаптивность при сопоставимых с США и КНР провалах COVID-кризиса 2020 г. (рис. 1, [4]). В 2023 г. ряд признаков указывает на возникшие проблемы России в технологических отраслях, ИТ-секторе, экспорте.

Для обеспечения самодостаточного и устойчивого развития национальной экономики, свойственного мировым лидерам, необходимо решение ряда ключевых задач в социально-экономической плоскости: повышение эффективности производственного сектора экономики и запуск инновационных преобразований в промышленном секторе (технологический суверенитет), развитие потенциала человека и его включение в высокотехнологические сектора экономики (идеологический суверенитет), обеспечивающая их национально-ориентированная финансово-кредитная политика (финансовый суверенитет), и др.

Официальные документы стратегического развития России ставят увеличение производительности труда на ведущий план. Этот параметр определяет технологическую составляющую как первооснову, которая имеет своё следствие как в бизнес-процессах, как и производительной деятельности, и отображается в экономических параметрах.

Цифровой трансформации в России, как в США и Китае, в текущем десятилетии придан статус национальной цели развития в текущем десяти-

титетии как ключевого фактора. Рассматривая вопросы развития региональной и отраслевой экономики в описанных выше вводных, изучим технологический компонент в механизме экономического развития, авангардом которого последние 20 лет является цифровизация.

1. Цифровизация как авангард технологий – практика

На примере развития информационно-коммуникационных технологий, проанализируем механизмы развития отраслевой экономики в транспортной сфере.

1.1 Протокол GSM-связи 4G, появившийся в 2008 году, представляет собой расширение объёма

передаваемой информации в 1000 раз по сравнению с предыдущим поколением 3G. Это вызвало увеличение скорости и географии передачи данных, а также мобильную доступность для абонентов.

В 2010 году был запущен интернет-сервис транспортных услуг – заказчиков (пассажиры) и исполнителей (водители автомобилей). Прямая цифровая 4G-коммуникация между конечными контрагентами транспорта породила организационные изменения с 2014 года – посредники в виде диспетчеров постепенно вытесняются, традиционная централизация системы управления автотранспортных перевозок в виде таксопарков упраздняется как неэффективная (рис.2).

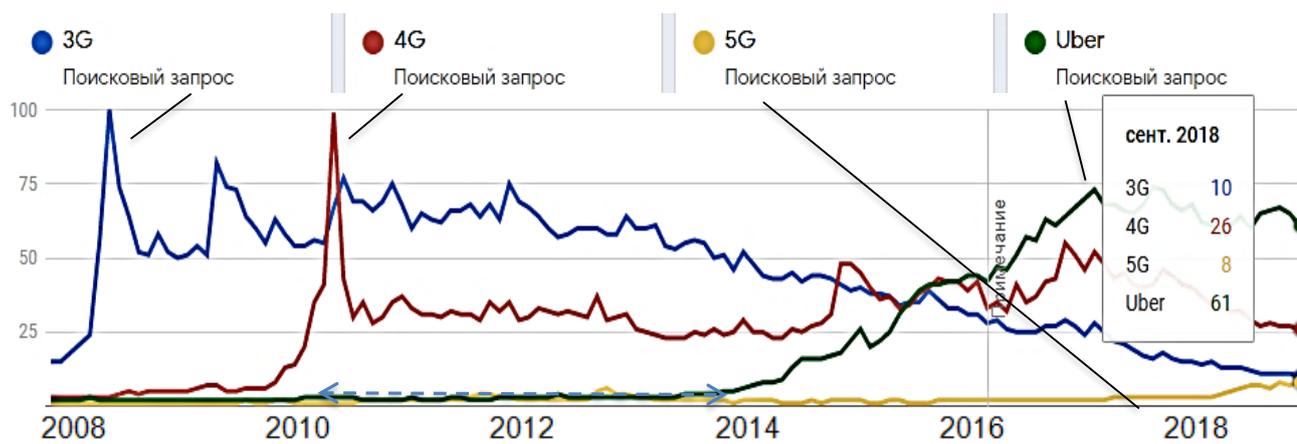


Рисунок 2 – Сопоставительная динамика популярности тематических поисковых запросов за период 2008-2018 гг. (Гугл, весь мир, 2023) [5].

Приложение этих новых информационно-технологических возможностей к модели персональных пассажирских автоперевозок в условиях мегаполисов привело к упразднению такси. Согласно проекции экономико-технологических процессов, проявленных в общественном мнении в виде интернет-запросов, видна устойчивая корреляция и причинно-следственная связь между созданием протокола 4G и запуском модели Uber (рис. 2). Также виден период апробации от экспериментальной до промышленной эксплуатации нововведения, который составил для Uber 4 года (2010-2014).

Новая модель децентрализованного самоуправления сетевидного характера (2014), реализованная в Uber с помощью прото-систем искусственного интеллекта (ИИ), запустила совершенно новые бизнес-модели – сервитизация услуг, платформизация, шеринг-экономика «по требованию» [6]. Компания Uber стала не просто транснациональной, а перешла в новое качество, став гипернациональной, за 6 лет войдя на региональные рынки свыше 70 стран в качестве лидера городского такси нового цифрового типа, вытесняя старые. Это значимо влияет на региональную

экономику: изменения рынка труда (вплоть до социальных трений замещаемых работников, «технологическая безработица» [7]), приход на местные рынки транспортных услуг международной компании, изменения налоговых поступлений в местные бюджеты, и т.д. Это даёт экономико-технологические основания предполагать, что ещё более совершенные стандарты интернет-связи 5G и квантовых коммуникаций также изменят экономический, социальный, технологический ландшафт региональной и отраслевой экономики.

1.2 Вторым примером цифровизации транспортной отрасли, ещё существенно меняющим социотехнический ландшафт региональной и отраслевой экономики, является внедрение беспилотных транспортных систем.

Необходимо отметить, что концептуально тема автоматизации перевозок не нова, что хорошо видно на примере авиа-сегмента транспортной сферы. Автопилот был изобретён практически сразу с созданием первых самолётов в 1910-х годах, но вошёл в промышленную эксплуатацию на пассажирских авиалиниях с 1930-х годов, т.е. через 20 лет. Первый полет самолёта, полностью

управляемого автопилотом, включая взлёт и посадку, произошел в 1947 г., т.е. прошло тоже около 20 лет. Первые автопилоты автомобилей, морских судов и локомотивов также были созданы 100 лет назад, в 1920-е.

Экономические оценки перспектив внедрения полностью беспилотных авиалайнеров в современные 2010-х годы показывают, что возможно снижение стоимости проезда для пассажиров на 10%. Суммарная экономия при внедрении полного автопилота в авиации может достигать \$35 млрд в год [8]:

- упразднение зарплат квалифицированных пилотов – \$31 млрд,
- сокращение обучения лётчиков – \$3 млрд,
- экономия топлива при более совершенном режиме полёта – \$1 млрд.

В настоящее время в экспертном сообществе регулятора авиасообщений проходят дискуссии о поэтапном снижении числа пилотов на борту вплоть до их полной замены полностью самодостаточными автопилотами.

1.3 Согласно современным данным, проведенным по итогам эксплуатации автотранспортных средств (ТС), можно с уверенностью говорить об определённом сегменте пассажирских и грузовых автоперевозок, в которых экономически целесообразно внедрение автопилота. В настоящее время автомобилисты обычно проезжают около 20 000 км в год. Пользователи ТС могут делать оптимальный выбор по удобству и комфорту, стоимости и дальности поездки, пользуясь автономным или традиционным ТС (рис.3, [9]).

Таким образом, внедрение автопилота может снижать затраты как транспортной отрасли, так и в других отраслях с транспортным компонентом, что несёт в себе синергетический эффект для развития экономики в целом, а также транспортной связанности территорий, что важно для региональной экономики. Необходимо отметить, что при этом выполняется и важная социальная миссия – рост безопасности на транспорте, десятилетиями доказанный данными статистики в авиации. Общеизвестно, что самое большое число аварий приходится на автотранспорт, причём 80% по вине человека. Внедрение автопилотов при должной подготовке может снизить аварийность и число человеческих жертв [10], особенно среди водителей. Это также имеет опосредованный экономический эффект по снятию издержек.



Рисунок 3 – Сравнение расходов на милю пробега разных вариантов по дальности для автономных и традиционных автомобилей

1.4 Следующим примером значительного совершенствования производственной деятельности транспортно-логистического комплекса России благодаря технологиям может служить компания со 100% государственным участием «Почта России». Компания не сумела преодолеть в 2012-2013 г. ожидаемый кризис по приёму международных посылок ввиду резкого роста на 100% (удвоения) объёма доставки электронной коммерции и дистанционной торговли. Компания предприняла ряд мер (организационных, инфраструктурных, технологических и прочих), среди которых особое место занимает цифровизация, что позволило в 7 раз увеличить объём обработки международных отправок,кратно сократить время обслуживания клиентов (рис.4). Сегодня в России насчитывается около 42 тысяч почтовых отделений, которые становятся многофункциональными центрами услуг населению, в т.ч. ритейл и финансовые услуги, оживляя развитие региональной экономики.

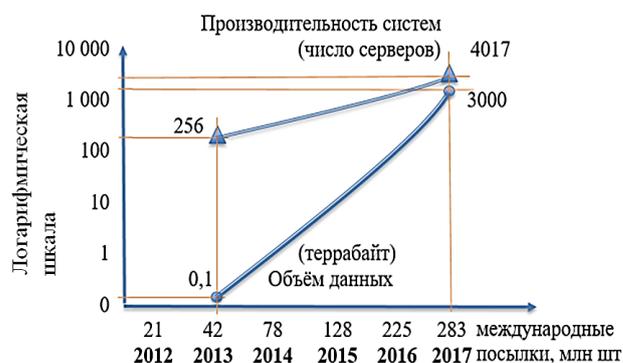


Рисунок 4 – Взаимосвязь цифровизации и 7-кратного увеличения производительности ОАО «Почта России» за 2013-2017 гг. [11].

2. Технологии как авангард экономики – теория

На основе приведённых примеров можно сделать обоснованный вывод о том, что цифровые технологии действительно является определяющим фактором динамичного развития современной экономики, меняющим её традиционные формы взаимодействия, в связке региональных и отраслевых аспектов.

Выразим данные выводы через принятые в рамках исследования подходы. Содержание экономики (Э) можно представить как совокупность обособленно выделяющихся технологий (Т) и социальных отношений (С), что отражает генерацию (производство) и распределение (потребление) благ соответственно, в виде концептуальной формулы:

$$\text{Э} = \text{Т} + \text{С}, \quad (1)$$

Такой подход с некоторыми допущениями отталкивается от исходной политэкономической схемы «базиса» (производственные отношения, т.е. технико-экономический компонент) и «надстройки» («общественное сознание», социальные отношения, т.е. социально-экономический аспект).

Тождественность такого отражения экономики как совокупности её главных компонентов (Т + С) описана в работах, рассматривающих экономику через призму подхода «устойчивое развитие», который комплементарен данному исследованию [3].

Более точным является представление сути экономики как некоей сложной производной складывающихся социо-технических взаимоотношений, вытекающих из совокупности первичных по своей природе происхождения естественно сложившихся технологий и социума:

$$\text{Э} = \frac{\text{Т} + \text{С}}{\Delta t}, \quad (2)$$

Исходя из вышеописанных теоретических оснований, и учитывая практически выделенную приоритетность инициирования технологических изменений, можно выделить определённый паттерн качественного перехода в развитии экономики, осуществляющийся через её компоненты:

$$\text{Э}_1 = \frac{\text{Т}_1 + \text{С}_1}{\Delta t}, \quad \text{Э}_1 \rightarrow \text{Т}_1 \rightarrow \text{Т}_2 \rightarrow \text{С}_2, \quad (3)$$

$$\Rightarrow \frac{\text{Т}_2 + \text{С}_2}{\Delta t} = \text{Э}_2$$

где $\text{Э}_1 = \frac{\text{Т}_1 + \text{С}_1}{\Delta t}$ – традиционное состояние экономики (Э₁);

$\text{Э}_1 \rightarrow \text{Т}_1 \rightarrow \text{Т}_2 \rightarrow \text{С}_2$ – механизм перехода: экономика (Э₁) стремится к развитию и через инновации порождает усовершенствования по технологическому треку (Т₁ → Т₂), которые, масштабируясь, формируют новые социальные практики (С₂) (мобильный интернет породил социальные сети);

$\frac{\text{Т}_2 + \text{С}_2}{\Delta t} = \text{Э}_2$ – перевоссозданные на новом уровне технологии (Т₂) и социальные практики (С₂), получая массовое распространение, в совокупности порождают новые экономические отношения (Э₂).

Представляется, что предлагаемое описание модели ЭТ-развития не является единственно возможной и исключающей другие подходы. Имеют право на существование и могут быть предъявлены иные примеры и концептуальные схемы обеспечения цивилизационного развития, где инициирующим компонентом может являться социум.

Каждый компонент (Э, С, Т) развивается в своей индивидуальной траектории развития, исходя из своей внутренней естественно сложившейся природы. Данные компоненты, при всей разнородности исходных начал, образуют единую совокупность экономико-социотехнического макроуклада (сумма (уклад) укладов, [3]), пронизывая и взаимоадаптируясь друг к другу в синхронной трансформации.

3. Цифровизация как авангард экономики – теория/практика

На рассмотренных примерах цифровизации, являющихся авангардом технологий, можно прийти к следующему предположению – в современных условиях внедрение цифровизации (процесс Т₂) порождает новые способы социальной коммуникации (С₂), что создаёт новые сектора электронной торговли, дистанционности и виртуализации бизнес-процессов (преобладающих взаимоотношений без личного участия человека посредством электронных коммуникаций), что в итоге формирует цифровую экономику (Э₂).

Авангардом цифровизации, в свою очередь, являются ИИ-системы, которые демонстрируют крайние высокие (превосходящие) способности по выполнению текущих операций при сравнении с человеком. Ключевой проблемой современности следует признать противоречие двух аспектов («разрушение ради созидания», [1]):

- необходимость массовой подготовки специалистов высокого уровня для работы с ИИ-системами,

- проблема вытеснения людей из подавляющего большинства традиционных для XX века технологических и творческих процессов, коррелирующая с кратным увеличением производительности труда.

Совершенствование экономики требует сбалансированного подхода как по концентрации на наиболее прорывные направления, так и по развитию общего уровня, структурной сбалансированности с учётом социальных эффектов. Для

региональной экономики – это комплексное пространственное развитие по ключевым направлениям (территории опережающего развития, макрорегионы и т.д.), но при этом выравнивание и недопущение развития одних территорий за счёт деградации других. Для отраслевой экономики – это приоритет высокотехнологичной деятельности высокого передела, но при этом комплексное обеспечение самодостаточности (продовольственная безопасность, импортозамещение), причём в ортогональном пересечении с территориальными образованиями.

Диаметральная разнесённость указанных факторов преодолевается через последовательную итерацию и согласование параметров в сферах экономики, (цифровых) технологий и социума в рамках методологического подхода «устойчивое развитие 2.0» [3], адаптированного под специфику региональной и отраслевой экономики.

Заключение

Основная стратегическая задача России, кроме преодоления санкций (которые давно должны быть решены по плану импортозамещения 2010-х годов), представляет собой перевод техносферы и экономики на новый уровень производительности и их соответствующих внутренних взаимосвязей, то есть новый макроуклад XXI века.

Исходя из вышеописанных оснований и приведённых практических примеров транспортно-логистической отрасли, гипотеза о первичности технологических изменений при переходе к экономике нового уровня сложности подтверждается примерами цифровизации 2010-х годов.

Цифровые технологии (системы искусственного интеллекта) позволят обеспечить новый уровень управления экономики, и технологическими процессами, в частности, кратно увеличивая производительность труда.

Возникающие противоречия при взаимодействии технологий и социальных отношений в рамках обеспечения развития экономики (в т.ч. региональной и отраслевой) должны преодолеваются с помощью подхода «устойчивое развитие» как гармонизации трёх вышеозначенных сфер.

Литература

1. Schumpeter, J. A. Capitalism, socialism and democracy // Joseph A. Schumpeter. – 3. ed. – Harper & Row, 1975. – 431 p.
2. Хайкин, М. М., Лапинкас, А. А. Марксистская политическая экономия и проблемы развития современной экономической теории // Проблемы современной экономики. – 2018. – № 1 (65). – С. 23-27.
3. Николаев, С. В. Проблемы соотношения устойчивого развития и цифровой трансформации в транспортном комплексе // Концептуальные проблемы экономики и управления на транспорте: взгляд в будущее : Труды Международной научно-практической конференции, Москва, 20 октября 2022 / Отв. редактор В.А. Подсорин. – М.: Изд. «Дашков и К», 2022. – С. 259-262.
4. Индекс физического объёма ВВП КНР, США, РФ в 2012-2022 гг. // Всемирный банк. URL: <https://data.worldbank.org/country> (дата обращения: 31.03.2023).
5. Сопоставительная динамика популярности тематических поисковых запросов за период 2008-2018 гг. // Google, 2023. URL: <https://trends.google.ru/trends/explore?date=2008-01-01%202018-10-01&q=3G,4G,5G,Uber&hl=ru> (дата обращения: 31.03.2023).
6. Николаев, С. В. Единство подходов и цифровизация шеринг-экономики через пучок прав собственности // Спорт, туризм, сервисная деятельность в условиях цифровой трансформации : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Москва, 26.04.2021 / Под ред. С.И. Изаак, И.В. Федякина. – М.: ООО «Русайнс», 2021. – С. 131-140.
7. Леонтьев В. Межотраслевая экономика // – М., Издательство «Экономика», 1997. – 477 с.
8. Castle J., Fornaro C., Genovesi E., Lin D., et al. Flying Solo – How Far Are We Down the Path Towards Pilotless Planes // Technical Report, UBS Global Research. Zurich, Switzerland, 2017.
9. Litman T. Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning // Victoria Transport Policy Institute, 25 January 2023.
10. Власов, Ю. Н., Пастухов, А. Л. Методические аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2017. – № 1 (39). – С. 68-73.
11. «Почта России» отчиталась о работе в 2015 году // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 2016. URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/35003/> (дата обращения: 31.03.2023).

КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОБУСОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАРШРУТНЫХ СЕТЕЙ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

М.В. Буйлова¹

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

Приведен анализ действующих систем классификации автобусов. Предложена скорректированная классификация транспортных средств с учетом анализа технических и стоимостных характеристик наиболее распространенных марок автобусов отечественного производства.

Ключевые слова: классификация автобусов, пассажироместимость, габаритная длина, минимальный радиус поворота, удельная стоимость пассажироместа, оптимизация маршрутных транспортных сетей городов

CLASSIFICATION OF BUSES FOR THE PURPOSES OF ORGANISING PUBLIC PASSENGER TRANSPORT ROUTE NETWORKS

M.V. Builova

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

The analysis of existing bus classification systems is given. The corrected classification of vehicles is offered taking into account the analysis of technical and cost characteristics of the most widespread brands of buses of domestic production.

Key words: classification of buses, passenger capacity, overall length, minimum turning radius, specific cost of a passenger seat, optimisation of city route networks.

Введение

Автомобильный подвижной состав городских пассажирских перевозок представлен широким спектром транспортных средств. Основные характеристики автомобильного подвижного состава зависят от целого ряда факторов, включая тип используемого топлива, габариты, вместительность, скорость движения, комфортность для пассажиров и др.

Нормативные документы часто содержат ряд предложений, связанных с классификацией пассажирских транспортных средств.

В ходе проектирования и оптимизации маршрутных транспортных сетей городов классификация автобусов позволяет осуществить более эффективное планирование и управление транспортными потоками. Основной целью классификации автобусов является определение их специфических характеристик и возможностей, что позволяет выбрать наиболее подходящие автобусы для каждого конкретного маршрута. Классификация автобусов также позволяет определить время работы и маршруты для каждой категории автобусов.

Целью данной работы является анализ существующих классификаций, разработка предложений по группировке автобусных транспортных

средств для проведения обследований пассажиропотоков и последующей организации маршрутных транспортных сетей городов.

Методы

Исходя из анализа литературных источников [1, 2], можно сделать вывод, что существует несколько вариантов классификации ТС. Каждый из них имеет свои особенности и применяется в разных областях техники. Однако, несмотря на различия, все эти классификации имеют общие принципы и критерии.

Из-за значительных различий в основаниях предлагается рассмотреть две классификации транспортных средств. Для первой классификации (Табл. 1) основополагающим нормативным документом является Технический регламент РФ "О безопасности колесных транспортных средств". В соответствии с этим нормативным документом «транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки пассажиров, разделяются на категории (М1, М2, М3) по пассажироместимости, максимально допустимой массе и длине транспортного средства» [3].

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

Таблица 1 – Классификация пассажирских транспортных средств

| ТР ТС 018/2011 | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------------|-----|---------|
| Категория | ГОСТ Р 52051-2003 | | ГОСТ Р 41.36—2004 (Правила ЕЭК ООН № 36) | | | ГОСТ Р 41.52-2005 (Правила ЕЭК ООН N 52) | | ГОСТ 33987- 2016 | | |
| | Мест для сидения | Максимальная масса, т | Вместимость свыше 22 пасс. | | | Вместимость не более 22 пасс. | | Максимальная длина, м | | |
| M1 | не более 8 | - | - | | | - | | 12 | | |
| M2 | более 8 | до 5 | класс I стоя | класс II стоя/ сидя | класс III сидя | класс A стоя/сидя | класс B сидя | 13,5 | 15* | 18,75** |
| M3 | | свыше 5 | | | | | | | | |

* – более двух осей; ** – сочлененные категории.

Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 52051-2003 [4] разделяет пассажирские транспортные средства по пассажироваместимости на имеющие менее и более 8 мест для сидения, а также по массе – на не более и более 5 тонн.

Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 41.36 - 2004 (Правила ЕЭК ООН N 36) [5] регламентирует разделение пассажирских транспортных средств категорий M2 и M3 на классы (I, II и III) в соответствии с предполагаемой возможностью провоза пассажиров:

I класс – для стоящих пассажиров есть зоны,

II класс – для стоящих пассажиров используются проходы,

III класс – перевозка только сидящих пассажиров.

По такой же характеристике возможности провоза пассажиров транспортные средства вместимостью не более 22 пассажиров делятся на классы (A и B) согласно ГОСТ Р 41.52-2005 (Правила ЕЭК ООН N 52) [6].

Пассажироваместимость автобуса зависит от его полезной площади или внутренней площади салона, предназначенной для размещения пассажиров. Необходимая площадь на одного стоящего пассажира регламентируется исходя из норматива [7-12]. В некоторых источниках устанавливаются определенные значения полезной площади [12, 13], которые принимаются в расчете вместимости автобуса.

Для пассажира, занимающего сидячее положение, считается нормой полезной площади около 0,315 м². Это значение учитывает необходимое пространство для размещения сидений и комфортного сидения пассажира. Для пассажира, осуществляющего поездку стоя, нормой полезной площади обычно принимается значение между 0,125 м² и 0,2 м². Это значение учитывает необходимое пространство для размещения стоячих пассажиров, обеспечивая им комфорт и безопасность во время движения.

Однако, стоит отметить, что конкретные значения полезной площади могут отличаться для разных типов автобусов (городские, туристические и т. д.) и их назначения (перевозка пассажиров, школьный автобус и т. д.).

Таким образом условие размещения стоящих пассажиров в пассажирских транспортных средствах на 1 м² свободной площади пола составляет (Рис. 1):

- согласно своду правил СП 42.13330.2016 норма наполнения подвижного состава составляет 4 чел./м² свободной площади пола пассажирского салона для обычных видов наземного транспорта и 3 чел./м² - для скоростного транспорта [14].

- согласно методологическим положениям по статистике транспорта [15] и других источников [16] 5 человек на 1 м²,

- согласно Распоряжению Министерства транспорта № НА-19-р [17] не более 3 человек,

- согласно Методике расчета целевых показателей функционирования городского транспорта от Минтранса РФ максимум 4 человека на 1 м² площади пола, предназначенной для стоящих пассажиров [18].

Данные отличия объясняются отсутствием единой системы классификации пассажирских транспортных средств по пассажироваместимости, а этот показатель является важным аспектом, который помогает определить, какой тип транспорта лучше выбрать для определенных целей. Нехватка посадочных мест может создавать опасные ситуации для пассажиров, особенно в периоды пиковой загрузки. Пассажиры вынуждены ездить стоя, что повышает риск травмирования при резком торможении или аварийных ситуациях. Кроме того, отсутствие доступных посадочных мест для людей с ограниченными физическими возможностями может нарушать их права на свободное передвижение.



Рисунок – 1 Показатели вместимости городского общественного транспорта

Таблица 3 – Классификация пассажирских транспортных средств по пассажировместимости

| Источник | Показатель | Класс автобуса | | | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------|---------------|--------------|-------------------|
| | | Особо малый (I) | Малый (II) | Средний (III) | Большой (IV) | Особо большой (V) |
| Гудков В.А. | Мест для сидения | 10 | 18-22 | 20-25 | 25-35 | 35-45 |
| | Мест для проезда стоя | - | 10-15 | 30-35 | 55-75 | 85-100 |
| | Всего мест | 10 | 28-37 | 50-60 | 80-110 | 120 и более |
| Спирин И.В. | Ориентировочная вместимость, пасс | 9-14 | 15-45 | 46-80 | 81-115 | 116 и более |
| Распоряжение Минтранса № АК-343-р ФЗ 13.07.2015 N 220 | Вместимость, пасс | 18 | 38 | 43 | 62 | 99 |
| Отраслевая нормаль ОН 025 270-66 | Габаритная длина, м | до 5 | 5 - 7,5 | 7,5 - 10 | 10 - 16 | более 16 |
| | | до 5,5 | 6 - 7,5 | 8,5 - 10 | 11 - 12 | 16,5 - 24 |

Для решения этих проблем требуется координация и контроль со стороны регулирующих органов и правительственных структур. Важно предоставить достаточное количество автобусов с удобными посадочными местами, особенно в периоды пиковой загрузки, а также обеспечить строгое соблюдение правил безопасности и наказание нарушителей. Формирование эффективной системы общественного транспорта, учитывающей потребности и безопасность пассажиров, является ключевым компонентом решения этих проблем.

В соответствии с ГОСТ 33987-2016, при принятии решения об использовании того или иного транспортного средства необходимо учитывать его габаритные размеры. Максимальная длина одиночного транспортного средства категорий М1 не должна превышать 12 метров. Для одиночных двухосных транспортных средств категорий М2 и М3 предельная длина составляет 13,5 метров, а для одиночных транспортных средств категорий М2 и М3 с числом осей более двух – уже 15 метров. Если же речь идет о сочлененном транспортном средстве категорий М2 и М3, то его максимальная длина не должна превышать 18,75 метра [19].

В силу существенных различий в характере оснований предлагается рассмотреть вторую классификация пассажирских транспортных

средств (Табл. 3), которая основывается на делении на 5 классов по показателям вместимости.

Изучение классификации транспортных средств по их пассажировместимости, проведенное В.А. Гудковым [20], показывает наличие пробелов между диапазонами мест (строка «Всего мест» в Табл. 3). Существующие классификации автобусов не имеют точности, а именно, к группе особо малого класса относятся автобусы, микроавтобусы и маршрутные такси [21-26]. Обсуждения целесообразности использования этих типов транспортных средств поднимают вопросы и споры. Считается, что использование автобусов особо малого и малого класса эффективно для увеличения провозной способности общественного транспорта в часы пик [22], а также для обслуживания микрорайонов, которые еще не покрыты существующей маршрутной сетью [26] и для организации исключительно пригородных маршрутов или их комбинации [23-25].

Появление новых моделей автобусов, как российского, так и зарубежного производства показывает, что классификационный признак, использованный в системе от Гудкова В.А. и Спирина И.В. [27], стал затруднительным для применения на городских маршрутах. Точно определить класс автобуса с малым количеством мест может быть сложно. Например, некоторые авто-

бусы малой пассажироместимости, предназначенные для перевозки небольших групп пассажиров на короткие расстояния, имеют возможность провоза пассажиров только сидя или сидя и стоя.

Автобус на базе ГАЗель City согласно Табл. 1 относится к категории М2 (допустимая полная масса 4950 кг, что менее 5т), к малому классу (максимальная длина 6,62 м, что не более 13,5м) и к классу А (предусматривает перевозку пассажиров сидя и стоя). Данная модель может быть изготовлена в двух модификациях (рис. 1)

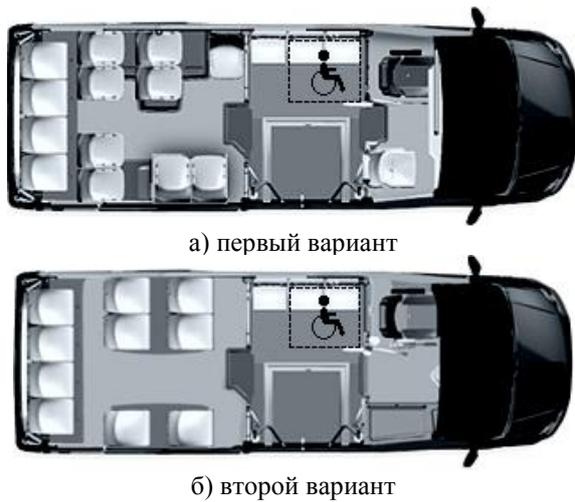


Рисунок 2 – Модификации ГАЗель City-A68R52: а) 14 стационарных посадочных мест и 3 откидных; б) 10 стационарных посадочных мест и 3 откидных.

В первом варианте автобуса имеется возможность разместить 17 пассажиров на сидячих местах и 5 пассажиров на стоячих местах. Второй вариант предоставляет 13 сидячих мест для пассажиров и 9 стоячих мест. Общая вместимость этих автобусов составляет до 22 пассажиров.

В этих вариантах дополнительно предусмотрено наличие места для инвалидов, что позволяет обеспечить больше комфорта и доступности для пассажиров с ограниченными физическими возможностями.

Оба варианта автобусов обеспечивают различные комбинации сидячих и стоячих мест, учитывая потребности и требования пассажиров, однако затруднительным является определение класса этих автобусов. Такая же ситуация возникает и для многих других моделей современных автобусов, попадающих в промежутки показателей между классами автобусов.

В Методике расчета целевых показателей функционирования городского транспорта от Минтранса РФ [18] используется понятие комфортной загрузки, ограничивающееся нормативом наполнения салона транспортного средства величиной максимум 4 человека на 1 м² площади

пола, предназначенной для стоящих пассажиров, установленного для определенного класса вместимости транспортного средства (строка «Вместимость» в Табл. 3). Предлагаемое деление автобусов не предусматривает интервалов в значениях и предназначено для расчета признака фактически выполненного рейса с комфортной загрузкой в часы пик.

Стоит учесть, что обработка экспериментальных исследований, проведение практических инженерных расчетов затрудняется при использовании любой из представленных классификаций автобусов по пассажироместимости, т.к. невозможно учесть все возможные факторы.

В связи с этим для достижения более точных инженерных расчетов и анализа экспериментальных исследований, рекомендуется применять более детальные и комплексные методы.

Аналогичное положение можно наблюдать с делением пассажирских транспортных средств по габаритной длине. Значения габаритной длины автобусов могут играть различные функции в контексте: планирования и проектирования маршрутных транспортных сетей городов, а также безопасности дорожного движения.

Значения габаритной длины автобусов помогают определить, сколько места требуется для движения автобусов по улицам и магистралям города. Они могут использоваться для трассирования маршрутов автобусов, проектирования автобусных остановок и определения размера дорожной инфраструктуры для обеспечения эффективного движения автобусов. Контроль габаритной длины автобусов важен для обеспечения безопасности дорожного движения. Если автобус превышает установленные размеры, это может повлечь за собой нарушения правил дорожного движения. Значения габаритной длины используются для контроля размеров автобусов на дорогах и могут быть использованы в процессе оценки безопасности дорожной инфраструктуры для передвижения автобусов.

Кроме как в ФЗ 13.07.2015 N 220 [28] классификация по габаритной длине упоминается в отраслевой нормали ОН 025 270-66 [29], которая регулирует систему обозначения автотранспортных средств. В обоих документах даны интервалы габаритных длин в метрах для 5 классов, которые друг от друга несколько отличаются (Табл. 3).

Результаты и предложения

Применение классификации некоторых особо малых и малых автобусов для расчетов в настоящее время является сложным из-за переопределения показателей габаритной длины и количества мест для сидения.

Таблица 4 – Предлагаемая классификация автобусов в системе городского общественного транспорта

| ТР ТС 018/2011 | ГОСТ Р 41.52-2005 (Правила ЕЭК ООН N 52) | | ГОСТ Р 41.36—2004 (Правила ЕЭК ООН № 36) | | | | |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|---------------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | А | В | А | П | П | П | П |
| Класс | Особо малый | | Малый | | Средний | Большой | Особо большой |
| Мест для сидения | 13 - 14 | 14 - 17 | 10-20 | 17 - 31 | 18 - 28 | 28 - 31 | 37 - 48 |
| Мест для проезда стоя | 1-3 | 0 | 2-10 | 15 - 35 | 32 - 63 | 62 - 86 | 116 - 147 |
| Пассажировместимость, пасс | 14 - 17 | | 19 - 22 | 40 - 54 | 55 - 81 | 90 - 115 | 160 и более |
| Габаритная длина автобуса, мм | 5607 - 6415 | | 6620 - 6907 | 7000 - 8410 | 8800 - 9750 | 10200 - 12410 | До 18750 |
| Габаритная ширина автобуса, мм | 2068 | | 2068 – 2200 | 2445 - 2500 | | 2500 | |
| Минимальный радиус поворота по колею наружного переднего колеса, м | 5,7 – 6,5 | | 6,5 – 7,2 | 7,5 - 8 | 8,8 - 10 | 11 – 11,5 | 12 и более |
| Удельная цена автобуса, тыс. руб. | 3544 | | 4116 | 4853 | 7683 | 13172 | 18619 |
| Удельная стоимость пассажироместа, тыс.руб. | 228 | | 194 | 102 | 111 | 124 | 108 |

Для обследований пассажиропотоков, облегчения обработки данных и разработки алгоритмов оптимизации маршрутных транспортных сетей городов предлагается использовать рассмотренные классификации с некоторыми корректировками (Табл. 4).

В данной классификации дополнительно учтены и скорректированы такие показатели, как габаритные размеры транспортных средств, их радиусы поворотов и удельные значения стоимости. Эти величины необходимо учитывать при оптимизации маршрутных транспортных сетей городов.

В соответствии со статистическими данными, представленными Государственной транспортной лизинговой компанией [30] 78% парка автобусов – это техника российского производства, причем основную долю составляют автобусы производства Павловского, Курганского и Ликинского автозаводов (Рис. 3).

Проведя анализ технических и стоимостных характеристик наиболее распространенных марок автобусов [31], были определены интервалы значений дополнительных показателей (Табл. 4). При проведении анализа были учтены и автобусы различных модификаций Горьковского автозавода.

Габаритные размеры автобусов влияют на выбор маршрутов, так как некоторые узкие улицы или повороты могут быть недоступны для автобусов с большой габаритной длиной.

Радиус поворота – это минимальный радиус окружности, по которой автобус может совершить поворот без столкновения с другими объектами, такими как здания, столбы, тротуары и т.д. Радиус поворота зависит от габаритов автобуса и

его маневренности. Если радиус поворота недостаточно большой, то автобус может не справиться с поворотом и столкнуться с препятствием.

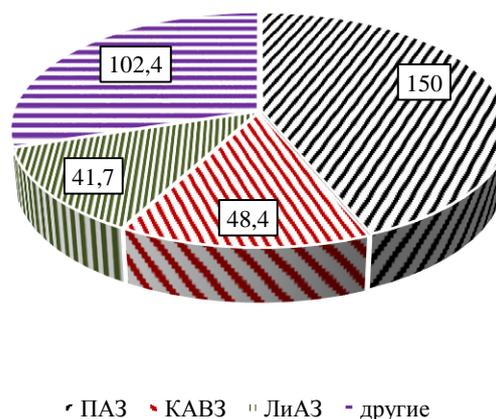


Рисунок 3 – Парк автобусов по производителям в РФ на начало 2023г, тыс. ед.

Известно, что целесообразность использования автобусов большей вместимости снижает издержки операторов, обеспечивает меньшую нагрузку на улично-дорожную сеть [32], как правило, создает больший комфорт для пассажиров [33, 34] и повышает эффективность использования транспортной инфраструктуры в сравнении с использованием подвижного состава малой и особо малой вместимости [35, с. 472]. Данный класс автобусов имеет большую стоимость, по сравнению с автобусами меньшего класса, но если рассматривать удельную стоимость одного пассажироместа, то видна очевидность достоинств приобретения таких автобусов (Рис. 4).

Следовательно, при выборе транспортного средства необходимо внимательно изучать его характеристики и габаритные размеры, чтобы обеспечить безопасность и комфорт во время движения.

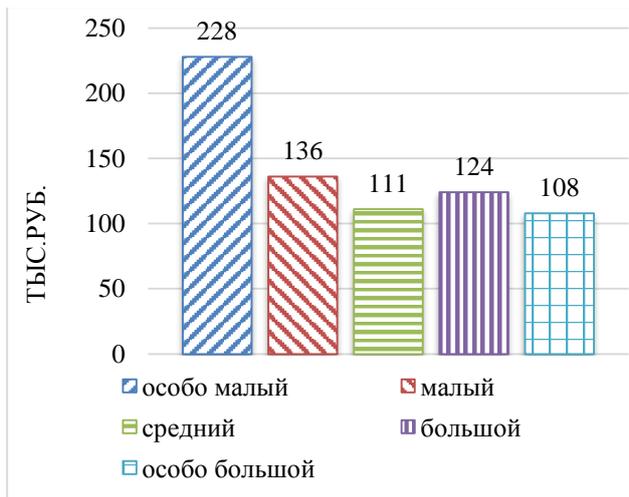


Рисунок 4 - Удельная стоимость пассажироместа автобусов различных классов, тыс. руб.

Выводы

Благодаря различным видам госфинансирования в настоящее время регионы страны обновляют парк общественного транспорта. Данный процесс должен сопровождаться комплексным подходом и грамотными управленческими решениями при формировании и оптимизации транспортной системы города, при этом класс городских автобусов играет важную роль.

В результате исследования была скорректирована классификация автобусных транспортных средств с учетом требуемых показателей для целей проведения оптимизации маршрутных транспортных сетей городов. Уточнены интервалы показателей вместимости автобусов малого и особо малого классов. Предложено эти два класса разделить на подгруппы, учитывающие возможности проезда пассажиров как стоя, так и сидя.

Кроме того, представленные в исследовании материалы свидетельствуют о необходимости внедрения автобусных транспортных средств большей вместимости, что актуально не только в мегаполисах, но и в менее крупных городах на направлениях с высокими показателями пассажиропотоков и возможностью проезда с точки зрения безопасности.

Литература

- Яценко, С. А. Классификация автобусных транспортных средств в системе городского пассажирского транспорта // Вестник ИрГТУ. 2011. №10 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-avtobusnyh-transportnyh-sredstv-v-sisteme-gorodskogo-passazhirskogo-transporta> (дата обращения: 20.05.2023).
- Дьячкова, О. М. Накопление резервов подвижного состава городского пассажирского транспорта в г. Хабаровске / О. М. Дьячкова, А. С. Рыжова, П. П. Володькин // Автотранспортное предприятие. – 2015. – № 5. – С. 40-44.
- Технический регламент Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств" № ТР ТС 018/2011, утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 877. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125114/fb912286b5c44149bb594585163dbf84f712edb5/ (дата обращения: 05.06.2023).
- ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения». - М.: Стандартинформ, 2008. – 15 с.
- ГОСТ Р 41.36 - 2004 (Правила ЕЭК ООН N 36) «Единообразные предписания, касающиеся сертификации пассажирских транспортных средств большой вместимости в отношении общей конструкции" (утв. Постановлением Госстандарта РФ от 9 марта 2004 г. N 125-ст). - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 45 с.
- ГОСТ Р 41.52-2005 (Правила ЕЭК ООН N 52) «Единообразные предписания, касающиеся транспортных средств. Малой вместимости категорий M2 и M3 в отношении их общей конструкции». - М.: Стандартинформ, 2006. – 44 с.
- Аболонин, С.М. Конкурентоспособность транспортных услуг: Учеб, пособие -М.: ИКЦ «Академкнига», 2004.-172 с.
- Баранов, Ю.Н. Основы обеспечения безопасности в системе «человек - машина - среда» / Ю.Н. Баранов и др. // Вестник НЦБЖД, 2014. № 1 (19). С. 73-76.
- Бочаров, И.А. Многокритериальный подход к определению типа и рационального количества подвижного состава городского пассажирского транспорта / И.А. Бочаров, Ю.Л. Власов, В.И. Рассоха // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. докл. VIII Российской науч.-практ. конф. - Оренбург: ОГУ, 2007- С.83-87.
- Лебедева, О.А Совершенствование методов мониторинга пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта общего пользования: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Лебедева Ольга Анатольевна. - Иркутск, 2014. - 152 с.
- Пикалев, О.Н. Оценка конкурентоспособности автобусов для городских и междугородных перевозок: монография. - Вологда: ВоГУ, 2014. - 119 с.
- Рябов, И.М. Анализ обслуживания пассажиров автобусами в России и за рубежом / И.М. Рябов, Нгуен Тхи Тху Хыонг // Мир транспорта. - № 02. - С. 122 - 313.
- ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества». - М., 1997. - 8 с.
- СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). М.: Стандартинформ, 2017. - 125 с.
- Об утверждении методологических положений по статистике транспорта [сайт]: Приказ Росстата от 29 декабря 2017 г. N 887 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/557245770?ysclid=ln32k2gncu83169043§ion=text> (дата обращения: 06.06.2023).
- Жуков, А. И. Проектирование структуры парка пассажирского транспорта / А. И. Жуков, А. И. Рошин. –

- МОСКВА: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2017. – 76 с.
17. Распоряжение Минтранса России от 31 января 2017 г. № НА-19-р «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом (с изменениями на 10 марта 2021 года)». - Транспорт России, N 11. 2017. – 29 с.
18. Методика расчета показателя «Целевые показатели функционирования городского транспорта на условиях устойчивой организационно-экономической модели» в рамках федерального проекта «Развитие общественного транспорта» национального проекта «Безопасные качественные дороги» [сайт]: утвержденная распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 29 декабря 2022 г. N АК-343-р // Министерство транспорта Российской Федерации. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/2/12210?type=0&ysclid=ln355452ea220058090> (дата обращения: 06.06.2023).
19. ГОСТ 33987-2016. Транспортные средства колесные. Массы и размеры. Технические требования и методы определения. - М.: Стандартинформ, 2017. – 26 с.
20. Пассажиры автомобильные перевозки: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 240100.01 "Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт)" направления подготовки дипломированных специалистов 653400 "Организация перевозок и управление на транспорте" / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев. – Москва: Научно-техническое издательство "Горячая линия-Телеком", 2004. – 446 с. – (Учебник для высших учебных заведений. Специальность). – ISBN 5-93517-157-0.
21. Болоненков Г.В. Организация скоростных автобусных сообщений в городах. М.: Транспорт, 1977. 160 с.
22. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. М.: Транспорт, 1990. 208 с.
23. Вельможин А.В. [и др.]. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта: монография. Волгоград. гос. техн. ун-т. Волгоград, 2002. 256 с.
24. Володин Е.П., Громов Н.Н. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. М.: Изд-во Транспорт, 1982. 223 с.
25. Мун Э.Е., Рубец А.Д. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси. М.: Транспорт, 1986. 136 с.
26. Пассажиры автомобильные перевозки: учебник для вузов / под ред. В.А. Гудкова. М.: Горячая линия. Телеком, 2004. 448 с.
27. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по специальности 190701 "Организация перевозок и управление на транспорте (по видам транспорта)" / И. В. Спирин ; И. В. Спирин. – 6-е изд., стер.. – Москва: Академия, 2011. – (Среднее профессиональное образование. Эксплуатация транспорта). – ISBN 978-5-7695-8218-9.
28. 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
29. ОН 025 270-66 Классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава, а также его агрегатов и узлов, выпускаемых специализированными предприятиями (с Изменениями) Министерство автомобильной промышленности СССР. - М.: Типография НАМИ, 1968. – 12 с.
30. Состояние корпоративного парка автобусов России на 1 января 2023 г. : [презентация] // Лизинг для юридических лиц, оперативный лизинг на официальном сайте Государственной транспортной лизинговой компании – URL: <https://www.gtlk.ru/upload/iblock/039/g0q7hvmr3dne12j3c22ytti6o8z1ikhx/Sostoyanie-parka-avtobusov.pdf/>. – Дата публикации: 27 июля 2023.
31. Автобусы – ПАЗ, ЛиАЗ, КАВЗ российского производства: [сайт]. URL: <https://bus.ru/> (дата обращения 22.05.2023).
32. Корягин, С. И. Прикладные расчетные методы, модели и алгоритмы, применяемые при организации и управлении дорожным движением / С. И. Корягин, П. М. Клачек. – 2-е издание. – Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2015. – 142 с. – ISBN 978-5-9971-0149-7.
33. Буйлова, М. В. Учет параметров улично-дорожной сети при формировании маршрутов пассажирского городского общественного транспорта / М. В. Буйлова // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XVII международной научно-практической конференции, Оренбург, 17–18 ноября 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 58-63.
34. Буйлова, М. В. Проектирование маршрутных сетей общественного транспорта городов с учетом снижения эмиссии парниковых газов / М. В. Буйлова, С. И. Корягин // Актуальные вопросы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: Сборник научных трудов по материалам 81-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ, Москва, 31 января – 02 2023 года. – Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2023. – С. 7-13.
35. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / М. Р. Якимов, Ю. В. Трофименко. – 2-е издание. – Пермь: Агентство РАДАР, 2022. – 536 с. – ISBN 978-5-6048401-0-8.

КРИТЕРИИ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПАССАЖИРСКИМ ПЕРЕВОЗКАММ.В. Буйлова¹, А.С. Иванов²

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

Представлен анализ критериев, предъявляемых к пассажирским перевозкам в соответствии с научными исследованиями и нормативной документацией. Предложено расширение учитываемых критериев для решения некоторых задач по повышению привлекательности общественного транспорта.

Ключевые слова: общественный транспорт, пассажирские перевозки, показатели качества, анализ качества транспортных услуг, автобус.

CRITERIA FOR PASSENGER TRAFFIC

M.V. Builova, A.S. Ivanov

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

The analysis of the criteria for passenger transport in accordance with scientific research and normative documentation is presented. An extension of the criteria taken into account is proposed to solve some problems to increase the attractiveness of public transport.

Key words: public transport, passenger transport, quality indicators, quality analysis of transport services, bus.

Введение

Основным заданием операторов пассажирских перевозок в единой транспортной системе России является обеспечение качественных, доступных и безопасных перевозок в любом направлении в рамках России. Эффективность работы городского общественного транспорта зависит от нескольких факторов:

1. Адекватность маршрутной сети и графика движения транспортных средств, что позволяет сократить время ожидания пассажиров и обеспечить быстрое перемещение по городу.

2. Количество и качество транспортных средств – для обслуживания большого количества пассажиров необходимо наличие достаточного количества транспорта высокого качества, соответствующего потребностям пассажиров.

3. Профессиональный уровень водителей и персонала организаций по обслуживанию общественного транспорта - это помогает обеспечить безопасность и комфорт транспортировки пассажиров, а также увеличить скорость и регулярность передвижения транспорта.

4. Техническое обеспечение и техническое состояние оборудования - системы контроля, диспетчеризации транспорта и техническое обслуживание транспорта играют важную роль в обеспечении эффективности работы транспорта.

5. Финансовое состояние и система управления - важны для обеспечения потребности в надлежащем финансировании транспортных средств и обеспечения хорошего управления городским транспортом.

6. Условия для развития - предоставление налаженной инфраструктуры, экологической безопасности для обслуживания транспорта, меры по ускорению передвижения транспорта, в том числе использование скоростных линий, кольцевых маршрутов, развитие велосипедных дорожек и электронной технологии обслуживания пассажиров.

Развитие транспортной системы города в соответствии с данными принципами может быть достигнуто путем уменьшения зависимости жителей от личного транспорта и увеличения использования для поездок на работу и другие цели общественного транспорта. Предъявляемые в нормативной документации показатели качества в недостаточной мере отражают требуемые условия.

Материалы и методы

Нормативный документ ГОСТ Р 51004-96 (от 01.01.1997) [1] устанавливает группы показателей качества пассажирских перевозок и их характеристики, а именно экономические показатели и показатели по характеризующим ими потребительским свойствам (рисунок 1).

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

²Иванов Анатолий Сергеевич – аспирант направления «Математика и механика» БФУ им. И. Канта, e-mail: specforme@yandex.ru

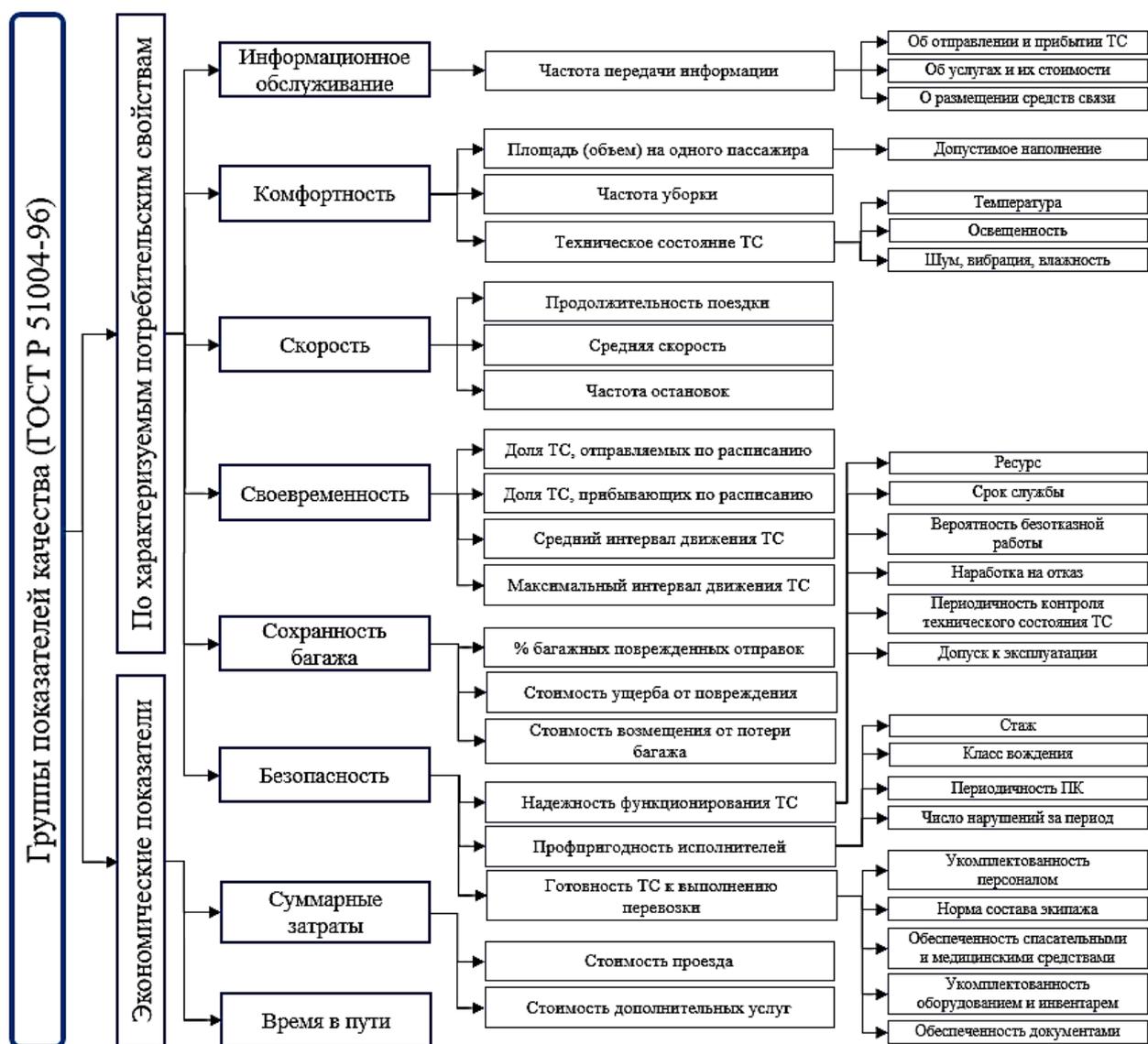


Рисунок 1 – Номенклатура показателей качества

В многих научных работах [2 - 7] проведен анализ критериев, предъявляемых к пассажирским перевозкам. Каждый из показателей определяет множество условий.

1. *Информационное обслуживание*: К показателям информационного обслуживания можно отнести следующие элементы:

- 1) расписание – доступность информации об отправлении и прибытии транспортных средств;
- 2) удобная и универсальная билетная система – доступность информации о предоставляемых пассажирам услугах и их стоимости [8].

Эти показатели имеют цель обеспечить комфортную и эффективную систему городского общественного транспорта, которая соответствует потребностям пассажиров и обеспечивает им достаточно информации для принятия информированных решений о поездках.

2. *Комфортность*: Показатели комфортабельности маршрутных транспортных средств относятся к их характеристикам салона и включают несколько аспектов, которые влияют на удобство и удовлетворенность пассажиров. Характеристики данного показателя были проанализированы во многих работах [7, 9]. Некоторые из этих характеристик включают:

- 1) Наполняемость транспортного средства: чрезмерное наполнение салона маршрутного транспортного средства может привести к ухудшению физического и психологического состояния пассажира, также известного как «транспортная усталость» [10]. Факторы также могут варьироваться в зависимости от длительности путешествия и температуры в салоне. Длительное время в переполненном салоне может усилить эти эффекты.

Коэффициент наполнения пассажирского транспортного средства определяет, насколько

заполнен салон данным количеством пассажиров в отношении его максимальной вместимости [11].

Этот коэффициент позволяет определить эффективность использования транспортного средства и может быть полезным для планирования и оптимизации маршрутов и расписаний. Высокий коэффициент наполнения может указывать на эффективное использование ресурсов пассажирского транспортного средства. Однако это также может привести к чрезмерной тесноте и возможным проблемам с безопасностью [12, 13]. С другой стороны, низкий коэффициент наполнения может указывать на неэффективность с точки зрения экономики и окружающей среды. Поэтому отслеживание коэффициента наполнения помогает достичь баланса между эффективностью использования ресурсов и комфортом для пассажиров при обеспечении безопасности.

2) Полезная площадь (или площадь пола) салона автобуса: может варьироваться в зависимости от модели и типа автобуса. Однако, в среднем, стандартные автобусы общего пользования имеют полезную площадь от 8 до 11 квадратных метров. Если полезная площадь салона больше по отношению к площади автобуса в плане, это может означать, что в автобусе есть больше места для пассажиров и/или их багажа, что в свою очередь может повысить комфортность и удобство передвижения внутри автобуса.

3) Техническое состояние ТС: Обновление парка транспортных средств и обеспечение их регулярного обслуживания может помочь улучшить комфорт пассажиров [14]. Если обслуживание автобусов осуществляется только "по потребности" и на автопредприятии отсутствует собственная ремонтная база, это может привести к преждевременному износу транспортных средств и ухудшению их состояния.

Чем меньше шума и вибрации внутри салона, тем более комфортным будет путешествие для пассажиров. Звукоизоляция и виброгашение важны для создания спокойной атмосферы. Наличие функционирующей системы кондиционирования воздуха в транспортном средстве имеет большое значение, особенно в стесненных условиях или в жаркие дни.

4) Обслуживание: быстрое и эффективное обслуживание, включая регулярную уборку салона, также влияет на комфортность и удовлетворенность.

3. *Скорость*: Скорость движения городских автобусов является важным показателем качества общественного транспорта. Увеличение скорости движения автобусов может быть достигнуто через различные меры, такие как развитие дорожной инфраструктуры и выделение специальных

полос для общественного транспорта. К характеристикам данного показателя качества относят:

1) Продолжительность поездки включает в себя время подхода к остановочному пункту, время ожидания, время самой поездки и в случае потребности время пересадки. Время передвижения человека от места жительства до остановки общественного транспорта должно быть минимально возможным - примерно 5-7 минут, что соответствует расстоянию 500 м [15, 16]. Затраты времени на передвижения пассажиров при использовании городского общественного транспорта представлены на рисунке 2.

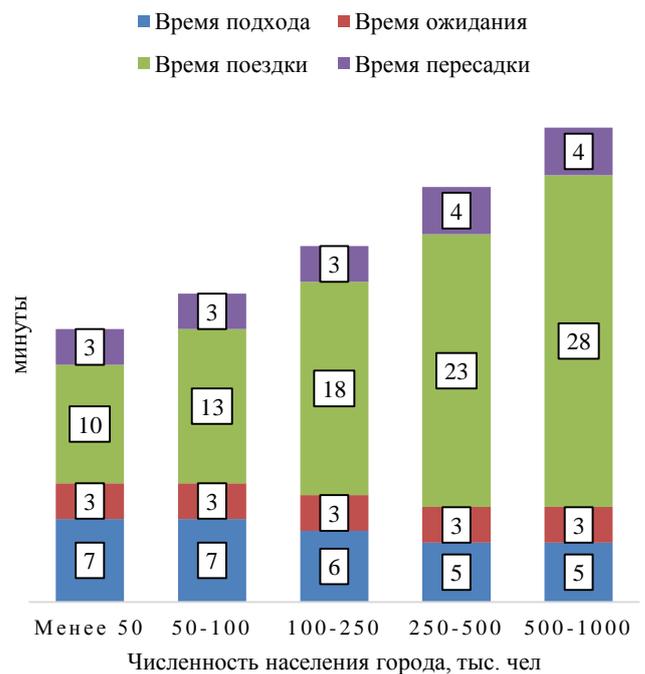


Рисунок 2 – Нормативы затрат времени на передвижения

Анализ качества транспортных услуг [17, 18], в разрезе затрат времени на передвижения и численности населения, приведен на рисунке 3.

2) Частота остановок транспортных средств на улично-дорожной сети зависит от ряда факторов, включая размеры пассажиропотоков, плотность населения, а также доступность общественного транспорта для пешеходов. Обычно остановки размещаются на расстоянии около 400-600 метров друг от друга [19, 20], чтобы обеспечить пассажирам приемлимое расстояние для пешеходного перемещения. Частота расположения остановок должна учитывать потребности пассажиров и минимизировать время пути для пешеходов до ближайшей остановки. Это позволяет сделать общественный транспорт более привлекательным и доступным для пассажиров.

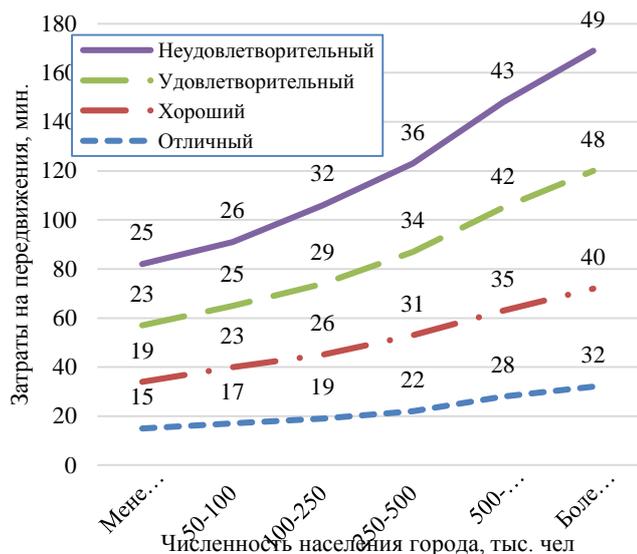


Рисунок 3 – Уровень качества

4. **Своевременность:** Показатели своевременности позволяют измерить, насколько маршруты городского общественного транспорта согласуются с расписанием [21]. Соблюдение расписания является ключевым параметром эффективности функционирования городского общественного транспорта, влияющим на качество пассажирских перевозок. Отклонения от расписания могут привести к неудобству и задержкам для пассажиров. Показателями своевременности так же являются:

1) Доля маршрутных транспортных средств, начинающих и заканчивающих рейс по расписанию. Чем выше эти показатели, тем более своевременными являются перевозки.

2) Средний интервал движения позволяет оценить регулярность движения.

3) Максимальный интервал движения отображает максимально возможную задержку. Чем меньше максимальный интервал, тем более предсказуемо привязано движение к расписанию [22]. Регулярные рейсы, ограничивающие несоответствие интервалов движения с расписанием до 2 минут [23], обеспечивают высокую точность и своевременность.

Показатели своевременности являются важными составляющими качественного общественного транспорта и позволяют обеспечивать надежные и удобные перемещения для пассажиров.

5. **Безопасность:** Кроме надежности функционирования и готовности транспортных средств критериями, которые используются для оценки безопасности пассажирских перевозок, являются:

1) уровень обучения и профессиональной квалификации водителей [24 - 26] – водители, обслуживающие пассажиров, должны быть подготовлены к реагированию на непредвиденные ситуации на дороге;

2) проверка водителей на предмет наличия противопоказаний [27 – 29] – водители должны проходить регулярные медицинские обследования.

Пассажирские перевозки должны иметь достаточное количество контроля, включая техническую проверку транспортных средств, проверки качества и соответствия после ремонта [30, 31], а также проверки правильности и своевременности соблюдения правил перевозки [32].

6. **Стоимость проезда:** Доступная стоимость проезда - это одна из характеристик качественной перевозки [33]. Стоимость проезда является существенным фактором выбора того или иного вида транспорта.

Все эти показатели качества стимулируют перевозчиков к улучшению качества предоставляемых услуг и помогают пассажирам принимать решения о выборе способа передвижения.

Результаты и предложения

Рассмотренные критерии, предъявляемые к пассажирским перевозкам, имеют различные цели применения. Например, для целей проведения обследования и последующей оптимизации маршрутных транспортных сетей, а так же для решения задач увеличения привлекательности общественного транспорта. Однако стоит отметить, что стоит учитывать и другие критерии.

При развитии *информационного обслуживания* пассажирских перевозок кроме использования современных технологий, мобильных приложений, «умных табло» на остановочных пунктах и в салонах автобусов, необходимо в зависимости от размеров города, численности населения и используемых видов общественного транспорта варьировать возможность разных вариантов оплаты [34, 35]. Это способствует не только сокращению времени ожидания, но и влияет на эффективность работы общественного транспорта, а так же упрощает контроль и управление.

Необходимо модернизировать и обновлять транспортные средства, обеспечивать их доступность для людей с ограниченными возможностями и создавать *комфортные условия* для пассажиров. Кроме этого необходима единая классификация автобусных транспортных средств с учетом требуемых показателей для целей проведения планирования маршрутных транспортных сетей городов.

При оценке качества городского общественного транспорта по критерию *скорости*

необходимо учитывать размещение маршрутов – это аспект организации общественного транспорта, который может значительно влиять на его эффективность и удобство для пассажиров. Размещение маршрутов и количество пересадок влияют друг на друга и должны быть оптимизированы совместно для обеспечения эффективности и удобства пассажиров [36]. Определение коэффициента пересадочности включает в себя учет количества пересадок, которые совершают пассажиры в течение своей поездки. В целом, более крупные города с большим количеством населения и использованием различных видов общественного транспорта имеют сложную и разветвленную маршрутную сеть. Это приводит к увеличению количества пересадок, что свидетельствует о необходимости определения этого коэффициента в разрезе всех видов городского общественного транспорта.

Если отсутствуют фактические статистические данные коэффициента пересадочности для конкретного города, то необходимо использовать средние значения [7, 37] (рисунок 4).

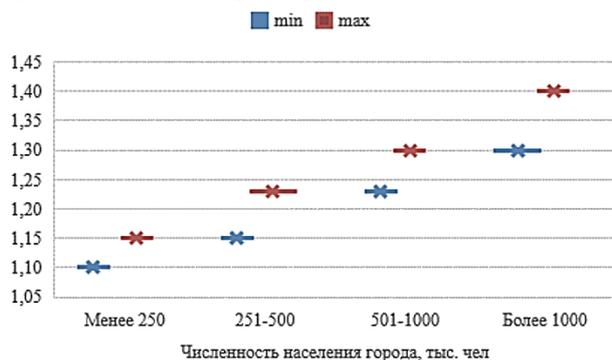


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента пересадочности от численности населения города

Установленные значения являются ориентировочными и могут быть использованы для начальной оценки и планирования. Высокие значения коэффициента пересадочности приводят к увеличению затрат времени поездки и появления так называемой «транспортной усталости». Дополнительно это свидетельствует о нерациональной организации маршрутной транспортной сети.

GPS и системы умного планирования маршрутов могут быть использованы для динамического адаптивного планирования маршрутной сети в режиме реального времени, и для улучшения ее эффективности и удобства для пассажиров [38].

В настоящее время разрабатываются различные мероприятия для увеличения скорости общественного транспорта городов. Одной из современных тенденций являются ограничения функционирования личного автотранспорта: организация выделенных полос для общественного

транспорта в ущерб личным автомобилям и их ограничение скорости. Целью снижения скорости личного автотранспорта является более безопасное движение на дорогах и снижение количество аварий. Стоит отметить, что введение данных мероприятий требует не только подготовки и принятия «инфраструктурных мер», но и заранее проведенных комплексных прогнозных расчетов в рамках оптимизации маршрутных сетей.

На время ожидания автобуса на остановочном пункте влияет плотность трафика и объем пассажиропотока на остановочных пунктах. Следует учитывать вероятность отказа в посадке, которая может произойти по причинам технических неполадок или дорожно-транспортных происшествий на маршруте. В таких случаях должна быть эффективно настроена координация работы компаний-перевозчиков и организаций, занимающихся мониторингом общественного транспорта.

При анализе показателя *своевременность*, необходимо внедрять гибкие расписания в зависимости от колебаний спроса пассажиров с учетом времени дня, дня недели и времен года. Такие расписания адаптируются под величину пассажиропотока и под условия дорожного движения [39].

Пассажирские перевозки являются особо ответственной сферой деятельности, которая требует соблюдения высоких стандартов *безопасности*.

В разработанной Министерством транспорта РФ Методике [19], указано, что при анализе улично-дорожной сети необходимо выделять транспортные связи для организации движения городского общественного транспорта, учитывая характеристики организации движения, а именно ограничения по габаритам и весовым параметрам. Следовательно, необходимо учитывать, что многие российские города имеют сложившуюся историческую планировку, которая при становлении не предполагала таких величин транспортных потоков. Реконструкция некоторых дорог в таких зонах проблематична в силу плотной застройки. Возникает проблема безопасности эксплуатации городского общественного транспорта определенной вместимости, связанная с ограничениями улично – дорожной сети. Вследствие этого при решении задачи проектирования или перепроектирования маршрутных сетей городского общественного транспорта, необходимо учитывать особенности автобусов определенного класса, а именно их длину и минимальные радиусы поворота [40, 41].

Показатель экологичности транспорта непосредственно не относится к безопасности и удовлетворенности населения качеством транспортного обслуживания. Однако, он играет значительную роль в общем благополучии общества и

имеет важное значение для достижения устойчивого развития. Переход на экологически чистые виды топлива для автотранспорта является одной из наиболее эффективных мер по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу и противодействию климатическим изменениям [42]. Это в свою очередь приводит к снижению риска заболеваний, связанных с загрязнением воздуха. Таким образом, переход к более экологически чистому транспорту может помочь предотвратить преждевременные смерти и улучшить общее здоровье населения.

Для привлечения большего числа людей к использованию общественного транспорта можно продвигать идею экологической ответственности. Особое внимание следует уделить развитию экологически чистых транспортных средств, таких как электротранспорт или средства индивидуальной мобильности. В Докладе о безопасности дорожного движения в мире 2015 [43] отмечается, что продвижение к более устойчивым видам транспорта, таким как общественный и велосипедный, оказывает положительное воздействие при условии регулирования связанных с безопасностью дорожного движения последствий.

Обеспечение безопасности пассажирских перевозок является задачей, требующей соблюдения различных критериев. В то же время, качественные перевозки улучшают мобильность населения и способствуют развитию транспортной инфраструктуры.

Эксплуатация личного автотранспорта не должна быть менее затратна, чем использование общественного транспорта [44, 45]. Необходимо введение стимулирующих финансовых механизмов, таких как единый транспортный билет, не учитывающий количество пересадок, транспортная карта на длительный период и т. д. [46]. Эти мероприятия позволяют снизить *стоимость проезда* для пассажиров. Следует учитывать, что развитие городских транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) способствует эффективному функционированию системы единых пересадочных билетов [47, 48]. Это приведет к улучшению качества транспортных услуг, снижению транспортного потока на дороге [49] и уменьшению загрязнения воздуха в городе [50/51].

Данные мероприятия позволят повысить удобство и доступность общественного транспорта для всех категорий пассажиров, и сделает городскую среду более удобной для передвижения.

Выводы

Для целей проведения обследования и последующей оптимизации маршрутных транспортных сетей, а так же повышения привлекательности общественного транспорта необходимо учитывать не только показатели, обозначенные в ГОСТ 51004-96, но и такие, как различные возможности вариантов оплаты за пользование городским общественным транспортом, взаимное размещение маршрутов сети, ограничения функционирования личного автотранспорта, гибкие расписания, критерии экологичности и безопасности эксплуатации городского общественного транспорта определенной вместимости.

Для повышения привлекательности общественного транспорта необходимо использовать комплексные решения, разработанные на основе анализа транспортно-планировочного каркаса города и его особенностей. В данном контексте важно также учитывать зонирование территорий и численность населения.

В целом, решение задачи по повышению привлекательности общественного транспорта требует учета множества факторов и применения комплексных подходов. Только таким образом можно достичь улучшения ситуации в данной области и сделать общественный транспорт более удобным и привлекательным для всех жителей города.

Литература

1. ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества». - М., 1997. - 8 с.
2. Исследование развития транспортного обслуживания микрорайона «Новая Ботаника» муниципального образования «город «Орел» до 2016 года: Отчет о НИР / А.Л. Севостьянов; А.В. Кулев и др. - Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК», 2013.-42 с.
3. Ружило, А.А. Совершенствование процессов управления городским пассажирским транспортом в условиях возникновения нарушений в его работе и критических ситуаций / А.А. Ружило, В.М. Власов, В.Н. Богумил, Д.Б. Ефименко. М., 2003.- 19 с.
4. Васильев Е.М. Оптимизация планирования и управления транспортными системами / Е.М. Васильев, В.Н. Игудин. - М.: Транспорт, 1987. - 208 с.
5. Мочалин, С. М. Формирование расчётных показателей для оценки результативности функционирования системы городского общественного пассажирского транспорта / С. М. Мочалин, М. Е. Каспер // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. - 2017. - № 6(58). - С. 37-47.
6. Тлегенов, Б. Н. Анализ методов оценки и показателей качества системы городского пассажирского транспорта / Б. Н. Тлегенов // Современные проблемы науки и образования. - 2012. - № 3. - С. 100.

7. Рябов, И. М. Анализ обслуживания пассажиров автобусами в России и за рубежом / И. М. Рябов, Нгуен Тхи Тху Хьонг // Мир транспорта. – 2014. – Т. 12, № 2(51). – С. 122-131.
8. Блатнов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для автотранспортных техникумов. / М.Д. Блатнов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 222 с.
9. Hensher, D.A. Measuring Service Quality in Scheduled Bus Services / D.A. Hensher, P. Stopher // Journal of Public Transportation. - 2010. - № 3. - pp. 51-74.
10. Нечаев, Г. И. Актуальность проблемы мобильности населения. Научные подходы для ее решения / Г. И. Нечаев, М. И. Лучко // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2022. – № 9(63). – С. 252-258.
11. Спирин, И.В. Научные основы комплексной реструктуризации городского пассажирского транспорта : монография / И.В. Спирин. - М.: Каталог, 2007.-200 с.
12. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 240100.01 "Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт)" направления подготовки дипломированных специалистов 653400 "Организация перевозок и управление на транспорте" / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев. – Москва : Научно-техническое издательство "Горячая линия-Телеком", 2004. – 446 с. – (Учебник для высших учебных заведений. Специальность). – ISBN 5-93517-157-0.
13. Краткий автомобильный справочник – М.: АО «ТРАНСКОЛСАНТИНГ», НИИАТ, 1994. – 779 с.
14. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения / Г.И. Клинковштейн, В.И. Коноплянко. – М. : Изд-во МАДИ, 1977. – 59 с.
15. ГОСТ Р 52766-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования». - М. : Стандартинформ, 2008. - 42 с.
16. Распоряжение Минтранса России от 31.01.2017 N НА-19-р (ред. от 10.03.2021) "Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом".
17. Шавыраа, Ч.Д. Методика определения и объемов муниципального финансирования автобусных перевозок / Ч.Д. Шавыраа // Материалы 61-й науч. конф. проф., преподавателей, науч. работников, инженеров и аспирантов ун-та. - СПб.: СПбГАСУ, 2004,- С. 70-72.
18. Vuchic V.R. Urban Transit: Operations, Planning and Economics / V.R. Vuchic // John Wiley & Sons, 2004. - 644 p.
19. Методические рекомендации по разработке Документа планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным и межмуниципальным маршрутам автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом (утв. Минтрансом России 30.06.2020). [Электронный ресурс] URL: <https://mintrans.gov.ru/file/449438> (Дата обращения 20.09.2023).
20. Стандарт отрасли ОСТ 218.1.002-2003 "Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования" (принят и введен в действие распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации от 23.05.2003 N ИС-460-р).
21. Шаров М.И. Оценка надежности работы городского пассажирского транспорта в Иркутске. / М.И. Шаров, А.Ю. Михайлов, Т.С. Ковалева // Вестник ИрГТУ. – 2012. – Т. 68. – № 9. – С. 174–178.
22. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по специальности 190701 "Организация перевозок и управление на транспорте (по видам транспорта)" / И. В. Спирин ; И. В. Спирин. – 6-е изд., стер.. – Москва : Академия, 2011. – (Среднее профессиональное образование. Эксплуатация транспорта). – ISBN 978-5-7695-8218-9.
23. ЕОСТР 50844-95 «Автобусы для перевозки инвалидов». ЕОССТАНДАРТ РОССИИ. М.: 1997. -23 с.
24. Новорай Д. А., Семченков С. С. Совершенствование повышения квалификации водителей автобусов путём совершенствования средств практической подготовки. – 2022.
25. Павленко В. М., Папаскуа А. А. Методические основы подготовки водителей пассажирского транспорта //Актуальные проблемы обеспечения безопасности в техносфере и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. – 2021. – С. 120-123.
26. Семенов В. А., Копылов С. Н. Анализ профессиональной подготовки водителей //Техническое регулирование в едином экономическом пространстве. – 2020. – С. 148-152.
27. Романов А. В. Организация допуска водителей автобусов и грузовых транспортных средств к участию в дорожном движении Российской Федерации //Безопасность дорожного движения. – 2020. – С. 132-141.
28. Абарова Н. С. Экономическая эффективность подготовки водителей автомобильного пассажирского транспорта //Техника и технология транспорта. – 2020. – №. 1. – С. 6-6.
29. Майоров В. И. и др. Обеспечение безопасности участников дорожного движения в России на основе риск-ориентированного подхода //Вестник Института законодательства и правовой информации Республики Казахстан. – 2021. – №. 1 (64). – С. 152-159.
30. Мишина Е. С., Лебедь Р. К., Хмелев Р. Н. К вопросу оснащения городского общественного транспорта системами мониторинга и обеспечения транспортной безопасности //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – №. 10. – С. 326-332.
31. Ким В. А., Петренко М. Л. Методики испытаний и оценки соответствия транспортных средств. - Могилев : Белорусско-Российский университет, 2020. – 37 с.
32. Комаров В. В., Гараган С. А. Система управления соответствием транспортных средств требованиям безопасности дорожного движения при организации пассажирских и грузовых автомобильных перевозок с

- использованием подключенных транспортных средств //Безопасность дорожного движения. – 2020. – С. 115-126.
33. Ланских, В.В. Формирование тарифной политики с учетом показателей качества автотранспортного обслуживания населения / В.В. Ланских, И.О. Загорский, П.П. Володькин // Вестник Тихоокеанского государственного университета.-2013.-№ 2 (29).-С. 101-108.
34. Бокова М. С., Скорюпина Л. С. Внедрение новых форм оплаты проезда в общественном транспорте //Инженерная наука: проблемы, идеи, перспективы (ENGINEER-2022). – 2022. – С. 23.
35. Синютин К. В. Система оплаты проезда на общественном транспорте г. Минска //Автотракторостроение и автомобильный транспорт. – 2021. – С. 307-310.
36. Швец В.Л. Получение матрицы корреспонденции по материалам анкетного обследования подвижности населения / В.Л. Швец // Социальноэкономические проблемы развития транспортных систем городов: тез. док. II Областной эконом. конф. – Свердловск: СИНХ, 1988. – С. 36–37.
37. Совершенствование методов определения качественных показателей пассажирских перевозок / А. В. Кулев, Д. О. Ломакин, М. В. Кулев [и др.] // Информационные технологии и инновации на транспорте : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Орёл, 20 мая 2020 года / Под общей редакцией А.Н. Новиков. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2020. – С. 81-86.
38. Основы создания нейро-цифровых экосистем. Гибридный вычислительный интеллект / А. А. Федоров, И. В. Либерман, С. И. Корягин [и др.]. – 3-е издание, дополненное. – Калининград : Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2021. – 241 с. – ISBN 978-5-9971-0636-2.
39. Lee E., Cen X., Lo H. K. Scheduling zonal-based flexible bus service under dynamic stochastic demand and Time-dependent travel time //Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. – 2022. – Т. 168. – С. 102931. [Электронный ресурс] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554522003088> (Дата обращения 10.10.2023).
40. Буйлова, М. В. Учет параметров улично-дорожной сети при формировании маршрутов пассажирского городского общественного транспорта / М. В. Буйлова // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Материалы XVII международной научно-практической конференции, Оренбург, 17–18 ноября 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 58-63.
41. Буйлова, М. В. Методика формирования набора базовых маршрутов как этапа проектирования маршрутной сети городского общественного транспорта / М. В. Буйлова, С. И. Корягин // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-3(82). – С. 75-81. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-3-3(82)-75-81.
42. Методические основы организации экологических зон с низкими выбросами автомобильного транспорта : Зоны с низкими выбросами / В. В. Донченко, Ю. В. Трофименко, М. И. Шаров [и др.]. – Санкт-Петербург : Издательско-полиграфическая компания "Коста", 2023. – 264 с. – ISBN 978-5-91258-498-5.
43. Global status report on road safety 2015 / World Health Organization. 2015. [Электронный ресурс] URL: <https://iris.who.int/handle/10665/189242> (Дата обращения 12.10.2023).
44. Фадюшин, А. А. Влияние стоимости проезда в городском общественном транспорте на структуру подвижности населения / А. А. Фадюшин, Д. А. Захаров // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 4(87). – С. 143-148. – DOI 10.23968/1999-5571-2021-18-4-143-148.
45. Герасимов, В. И. Стоимость проезда в городском автобусе, как один из показателей безопасности в техносфере / В. И. Герасимов // Дальневосточная весна - 2018 : Материалы 16-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 27 апреля 2018 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2018. – С. 207-209.
46. Якунина, Н. В. Факторный анализ направлений повышения активности использования городского пассажирского автомобильного транспорта / Н. В. Якунина, Д. Х. Нестеренко, М. А. Арсланов // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 533-540. – DOI 10.21443/1560-9278-2018-21-4-533-540.
47. Kuo Y. H., Leung J. M. Y., Yan Y. Public transport for smart cities: Recent innovations and future challenges //European Journal of Operational Research. – 2023. – Т. 306. – №. 3. – С. 1001-1026.
48. Monzon-de-Caceres A., Di Ciommo F. (ed.). City-HUBs: Sustainable and efficient urban transport interchanges. – CRC Press, 2016.
49. Jiancong W. et al. Simulation of transfer organization of urban public transportation hubs //Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. – 2006. – Т. 6. – №. 6. – С. 96-102.
50. Blad K. et al. A methodology to determine suitable locations for regional shared mobility hubs //Case Studies on Transport Policy. – 2022. – Т. 10. – №. 3. – С. 1904-1916.
51. Корягин С.И., Минкова Е.С. Оценка выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом в Калининградской области //Технико-технологические проблемы сервиса, №3, 2008

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МЕЖМУНИЦИПАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ РЕГУЛЯРНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ТЕРРИТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.П. Крамаренко¹, Н.А. Куркова², О.А. Макарова³, М.С. Тихомирова⁴

¹⁻³*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. И. Канта),
Россия, 236016, Калининград, ул. А. Невского, 14;*

⁴*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4.*

Анализируется сущность специального правового режима и определяется его роль в механизме правового регулирования регулярных перевозок пассажиров автомобильным транспортом на межмуниципальных нерентабельных маршрутах в пределах территории Калининградской области. Специальный правовой режим представляет собой сочетание юридических средств, при помощи которых осуществляется воздействие на специфические общественные отношения в области предоставления транспортных услуг и организации транспортного обслуживания.

Ключевые слова: транспортная доступность, сельские населенные пункты, пассажирские перевозки, особый правовой режим, цифровые технологии

PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF INTERMUNICIPAL ROUTES OF REGULAR TRANSPORTATION ON THE TERRITORY OF THE KALININGRAD REGION

V.P. Kramarenko, N.A. Kurkova, O.A. Makarova, M.S. Tikhomirova
*Immanuel Kant Baltic Federal University (IKBFU) Russia, 236016, Kaliningrad, St. A. Nevsky, 14;
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4.*

The essence of the special legal regime is analyzed and its role in the mechanism of legal regulation of regular passenger transportation by road on intermunicipal unprofitable routes within the territory of the city of Kaliningrad and the Kaliningrad region is determined. A special legal regime is a combination of legal means by which the impact on specific public relations in the field of providing transport services to the population is carried out.

Key words: transport accessibility, rural settlements, passenger transportation, special legal regime, digital technologies

Введение

Стратегией устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года предусматривается увеличение удельного веса сельских населённых пунктов, имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью автомобильных дорог, до 80% [1]. Целями Транспортной стратегии РФ также являются повышение транспортной связанности территорий, повышение мобильности населения, а также развитие внутреннего туризма [2]. Очевидно, что запланированное повышение качества и уровня жизни сельского населения невозможно без улуч-

шения транспортной доступности жителей малонаселенных и отдаленных поселков до административного центра.

На сегодняшний день в Калининградской области насчитывается 1048 населенных пунктов [3]. Сельское население составляет 23%. Ученые Института геополитических и региональных исследований БФУ им. И. Канта выявили проблемные муниципалитеты с точки зрения развитости транспортной сети. Улучшения требуют, прежде всего, мобильность сельских жителей Славского, Гвардейского городских округов [4, с. 38].

¹Крамаренко Владимир Петрович – кандидат юридических наук, доцент образовательно-научного кластера Институт высоких технологий, e-mail: vkram39@mail.ru;

²Куркова Наталья Алексеевна – кандидат юридических наук, доцент образовательно-научного кластера Институт управления и территориального развития, e-mail: kurkovna@list.ru;

³Макарова Олеся Александровна – кандидат юридических наук, доцент образовательно-научного кластера Институт управления и территориального развития, e-mail: mgf1906@yandex.ru;

⁴Тихомирова Мария Сергеевна – кандидат юридических наук, доцент кафедры Правоведения факультета судебных экспертиз и права в строительстве и на транспорте, e-mail: MariaKalini@yandex.ru.

Жители отдаленных поселков на востоке области вынуждены идти пешком 5-7 километров до ближайшей остановки. Нерентабельные автобусные маршруты регулярных перевозок пассажиров расположены в таких направлениях, как Славск, Неман, Озерск, Нестеров, Краснознаменск, Гвардейск. В настоящее время десять межмуниципальных убыточных маршрутов не представляют интереса для перевозчиков [5].

Более того, Транспортной стратегией РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года предусматривается цифровая трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий [2].

Основная часть

В целях улучшения транспортного обслуживания сельских жителей, повышения мобильности пенсионеров, а также малообеспеченных граждан, соблюдая принцип баланса интересов населения, пассажиров и перевозчиков на территории Калининградской области необходимо, прежде всего, совершенствовать применение специального правового режима. Данный режим характеризуется льготами и некоторыми ограничениями, которые включают в себя дополнительные запреты, а также позитивные обязательства [6, с. 120]. Целью специального режима является стабилизация социальной ситуации и уста-

новление особого порядка правового воздействия. По сравнению с общим правовым режимом, специальный режим является более гибким, действует локально, носит адресный характер.

Так, например, благодаря принятию Федерального закона от 31 июля 2020 года № 258-ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в РФ» в Самарской области действует специальный правовой режим, позволяющий доставлять продукты, лекарства и другие грузы по выделенным транспортным коридорам с помощью беспилотных летательных аппаратов. Данный режим позволяет временно устанавливать специальные правила на определенной территории и таким образом происходит апробация применения новых технологий и цифровых инноваций. Для транспортной отрасли такое правовое регулирование является весьма перспективным в связи с использованием в будущем транспортных средств с разной степенью автономности.

Следует отметить, что в настоящее время транспортная сфера и сфера пассажирских перевозок подвергаются процессу цифровой трансформации посредством внедрения элементов цифровой экономики, причем это происходит как на федеральном уровне, так и на уровне регионов. Существует большое количество цифровых технологий на рынке транспортных услуг (Рис. 1).

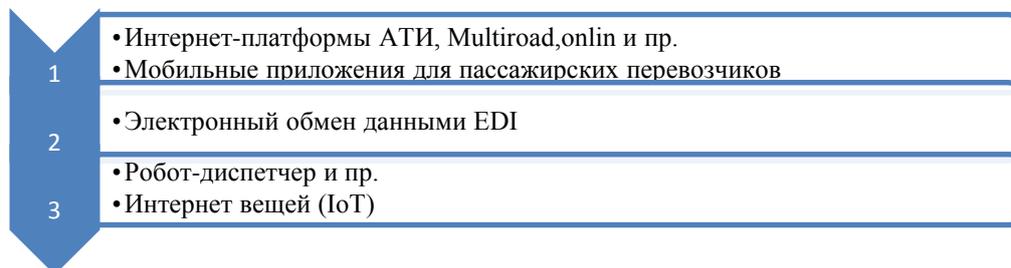


Рисунок 1 – Цифровые технологии пассажирских перевозок

Так, по данным опроса, проведенного Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ Высшей школы экономики спрос транспортной отрасли на цифровые технологии составил 89,4 млрд. рублей в 2020 г. (в период пандемии COVID-19). Отмечается, что в последующие годы темпы спроса также остаются высокие и к 2030 г. могут превысить 26,6 млрд. рублей [7].

Результатом внедрения современных технологий на транспорте является, прежде всего, создание цифровой платформы в сфере пассажирских перевозок, под которой следует понимать единую информационную среду, которая формирует цифровые сервисы для потребителей услуг пассажирских перевозок. Основой данной среды выступает интеграция цифровых ресурсов, инфраструктур и корпоративных нормативно-правовых баз (Рис. 2).

Есть ряд успешных отечественных разработок в сфере пассажирских перевозок в цифровой среде, среди них, электронные транспортные системы ЭРА ГЛОНАСС, Платон, блокчейн (DLT), система мониторинга и контроля пассажирских перевозок, а также экосистемы цифровых транспортных коридоров со странами-участниками ЕАЭС и прочие [8]. Например, в Калининградском регионе на базе Министерства развития инфраструктуры Калининградской области создано Государственное казенное учреждение «Центр управления интеллектуальной транспортной системой Калининградской области» [9]. Основными целями создания этой организации является эффективное управление перевозками на транспорте общего пользования и обеспечение взаимодействия навигационно-информационных систем управления транспортом, создание еди-

ного навигационно-информационного пространства (Региональной навигационно-информационной системы, РНИС) на территории Калининградской области.

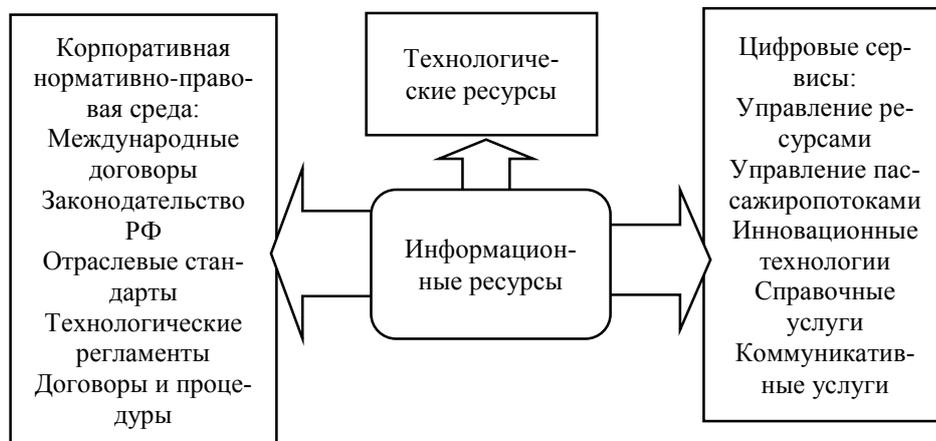


Рисунок 2 – Механизм организации цифровой платформы в сфере пассажирских перевозок

Безусловно, использование интеллектуальных транспортных систем сопряжено с некоторыми рисками и проблемами правового регулирования.

Во-первых, переход к ИТ-технологиям предполагает высокий уровень владения сотрудниками цифровыми компетенциями, особой популярностью пользуются специалисты в области разработок программных продуктов и ИТ-технологий. Вне всяких сомнений, современный специалист в области пассажирских перевозок должен ориентироваться в сфере цифровых технологий на транспорте, что предполагает в будущем расширение спектра специальностей в вузах, способных отвечать требованиям цифровой трансформации транспортной отрасли. Не каждая транспортная компания может иметь в штате ИТ-специалистов, работающих на условиях трудового контракта, большинство используют ИТ-аутсорсинговые услуги [10]. Здесь, при всех достоинствах данных услуг есть и скрытые риски, например, зависимость компаний от ИТ-разработчиков программных продуктов, проблемы утечки конфиденциальной информации, риски противоправных деяний, нарушение авторских прав и т.д. С другой стороны, аутсорсинговые компании, заключая договор по обслуживанию клиентов, несут юридическую ответственность и дорожат своей репутацией.

Во-вторых, несмотря на то, что при поддержке Министерства транспорта РФ, была создана Ассоциация «Цифровой транспорт и логистика», призванная объединить усилия и программное обеспечение транспортных компаний за счет продвижения цифровых технологий, одним из рисков является проблема финансирования и правового регулирования процесса бюджетирования и дотаций пассажирской отрасли.

Основным источником финансирования транспортных компаний в сфере пассажирских перевозок является бюджетное финансирование (как крупных, так и небольших региональных и муниципальных компаний), в качестве одного из решений данной проблемы выступает государственно-частное партнерство [11]. Представляется, что основными рисками является изношенность транспортного парка, долгий срок окупаемости и недостаточно разработанный механизм правового регулирования.

В-третьих, возвращаясь к теме использования беспилотных летательных аппаратов, следует отметить, что, отмечая высокий интерес и востребованность данных инноваций, например, беспилотного такси, есть и определенная степень недоверия к данным транспортным средствам, например, полностью автоматизированное управление транспортным средством повышает риск возникновения дорожно-транспортных происшествий в случае отказа или сбоя программного обеспечения. Достаточно актуальным остаётся вопрос и о возмещении вреда, причиненного беспилотным летательным аппаратом [12].

В-четвертых, процесс цифровой трансформации транспортной отрасли и сферы пассажирских перевозок порождает целый комплекс проблем правовой регламентации и устранения пробелов в праве. Одним из вызовов является внесение соответствующих поправок в федеральные законодательные акты, законодательные акты Калининградской области, отраслевые стандарты и технологические регламенты, регулирующие использование датчиков, тахографов, вопросы использования новых сервисов и программного обеспечения, режима доступа к данным источни-

кам информации, призванных обеспечить качество и безопасность оказания транспортных услуг.

Здесь следует также отметить проблему развития дорожной инфраструктуры. Например, качество дорожного полотна, точность дорожной разметки, проблемы бесперебойного и качественного Интернета. В связи с этим требует своего решения вопрос о внесении изменений в федеральное законодательство, например в Федеральный закон от 08.11.2007 N 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации» (в ред. от 13.06.2023) [13] в части государственно-частного партнерства, распределения предметов ведения между органами местного самоуправления и органами государственной власти Калининградской области в сфере осуществления дорожной деятельности, пересмотр существующих технических регламентов и стандартов в связи с использованием инновационных транспортных средств. Представляется, что указанные вопросы найдут своё разрешение в ближайшее время, также, как и востребованность самих инноваций в сфере пассажирских перевозок.

В-пятых, одним из негативных аспектов по-прежнему остаётся высокий риск кибератак и актуальные вопросы защиты от них в современных условиях. Наряду с развитием новых ИТ-технологий эволюционируют и схемы киберпреступлений, что требует повышенной системы обеспечения информационной безопасности. Системы мониторинга на федеральном уровне может оказаться недостаточно. Очевидно, что региональные транспортные компании должны активизировать работу по обеспечению систем безопасности, что требует соответствующего финансирования.

Таким образом, разрешению вопросов правовой и инфраструктурной неготовности транспортной сферы уделяется в последние годы достаточно много внимания: разрабатываются новые законопроекты, национальные проекты (например, национальный проект «Безопасные качественные дороги»). Однако, процессу цифровой трансформации препятствует недостаточное правовое регулирование отдельных вопросов в данной сфере.

Представляется, что для Калининградского региона наиболее перспективным является развитие речного и морского транспорта с применением инновационных ИТ-технологий на основе имеющейся транспортной инфраструктуры региона, развитие электромобильного транспорта и экосистем цифровых транспортных коридоров ЕАЭС [14].

Вопрос стоит не только в улучшении транспортной доступности, но и в повышении безопасности и комфортности перевозок, сохранении их ценовой доступности через обеспечение

сбалансированных тарифов. Так, Социальный кодекс Калининградской области предусматривает на всех пассажирских маршрутах соблюдение льготного проезда для отдельных категорий граждан [15]. Представляется, что финансовая доступность автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении на межмуниципальных нерентабельных маршрутах с соблюдением льготных тарифов возможна при выборе регионального оператора, который будет получать дотации из регионального бюджета. Дотация в свою очередь должна возместить недополученные доходы перевозчика.

Кроме того, в настоящее время действует льготная транспортная карта «Волна Балтики Регион», которая предоставляет 50% скидку на проезд для школьников и студентов очной формы обучения профессиональных и высших образовательных организаций, расположенных на территории Калининградской области, в автобусах на межмуниципальных маршрутах регулярных перевозок с 1 сентября по 15 июня (не более 60 поездок в месяц).

Заключение

Безусловно, существующая модель региональной системы пассажирских перевозок, нуждается в дальнейшем совершенствовании, в том числе в секторе нерентабельных маршрутов межмуниципального сообщения. Большинство обращений пассажиров связано с несоблюдением расписания и интервалов движения автобусов, нарушением правил посадки и высадки.

Специальное правовое регулирование может действовать в отношении определенной группы лиц на определенной территории в течение определенного периода времени. Специальный правовой режим регулирует нестандартную социальную ситуацию и формирует благоприятную среду для льготных категорий пассажиров и отдельных перевозчиков в целях вовлечения их в перевозочный процесс. Использование регулируемого тарифа позволяет, прежде всего, обновлять подвижной состав и оптимизировать расписание движения автобусов по областным маршрутам. Специальный правовой режим способен более чутко улавливать различия неоднородных социальных связей, учитывать особенности субъектов перевозочных отношений, а, следовательно, быстрее претерпевать отдельные перестроения для осуществления оперативного реагирования на постоянно меняющиеся условия правовой действительности.

Для повышения инвестиционной привлекательности транспортной отрасли Калининградской области необходимо развивать транспортную инфраструктуру для развития внутреннего туризма в восточных районах Калининградской области.

Сложившаяся ситуация в сфере развития транспортного комплекса Калининградской области актуализирует проблему подготовки кадров на базе Балтийского федерального университета им. И. Канта для дорожно-транспортной системы региона, которые должны обладать не только профессиональными компетенциями, но и управленческими качествами, чтобы быть востребованными и конкурентоспособными на рынке труда. Создание новых образовательных программ транспортного профиля связано, прежде всего, с повышением прикладного характера обучения и его сближения с потребностями транспортных компаний. Ключевым моментом является проектно-ориентированное обучение студентов совместно с заинтересованными работодателями.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015 N 151-р (ред. от 13.01.2017) «Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420251273?marker=65801> Р (дата обращения 12.03.2023).
2. Транспортная стратегия РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утв. Распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403056321/> (дата обращения 19.03.2023).
3. Распоряжение Правительства Калининградской области от 05.02.2020 № 12-рп "Об определении перечня сельских населенных пунктов Калининградской области и перечня сельских агломераций Калининградской области" (с изм. от 04.03.2021).
4. Гуменюк И.С. Оценка некоторых аспектов транспортной доступности сельских территорий Калининградской области с использованием инструмента социологического исследования // Вестник БФУ им. И.Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2020. № 2. С. 38-48.
5. Реестр межмуниципальных маршрутов регулярных перевозок автомобильным транспортом в границах Калининградской области [Электронный ресурс]. URL: <https://infrastruktura.gov39.ru/activity/transport/reestr.php> р (дата обращения 20.03.2023).
6. Малько А.В., Лиманская А.П. Специальный правовой режим как особое средство правового регулирования // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2013. № 6. С. 120-124.
7. Аكوпова, Е. С., Пиливанова, Е. К., Самыгин, С. И. Мировая транспортно-логистическая инфраструктура: цифровая трансформация 2020 года // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2021. № 1.
8. Гребенкина С. А., Гребенкина И. А., Благодир А. Л. Интеллектуальные транспортные системы как фактор социально-экономического развития // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2020. № 2. С. 317–329.
9. Официальный сайт Министерства развития инфраструктуры Калининградской области [Электронный ресурс]. URL: https://infrastruktura.gov39.ru/ministry/sub/bus_8.php (дата обращения 04.04.2023).
10. Соколов И. А., Мишарин А. С., Куприяновский В. П., Покусаев О. Н., Куприяновская Ю. В. Роботы, автономные робототехнические системы, искусственный интеллект и вопросы трансформации рынка транспортно-логистических услуг в условиях цифровизации экономики // International Journal of Open Information ogies. 2018. Т. 6. № 4. С. 92–108.
11. Федеральный закон от 13.07.2015 N 224-ФЗ (ред. от 29.12.2022) "О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" // СПС «КонсультантПлюс».
12. Коробеев А. И., Чучаев А. И. Беспилотные транспортные средства: новые вызовы общественной безопасности // Lex russica. 2019. № 2. С. 9–28.
13. Федеральный закон от 08.11.2007 N 257-ФЗ (ред. от 13.06.2023) "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" // СПС «Консультант Плюс».
14. Распоряжения Совета Евразийской экономической комиссии от 23 ноября 2020 № 29 "О перечне сервисов и цифровой инфраструктуры, реализуемых в целях формирования экосистемы цифровых транспортных коридоров Евразийского экономического союза" // Официальный сайт ДТСЕ Консорциум «Цифровые транспортные коридоры Евразийского экономического союза» [Электронный ресурс]. URL: <https://dtce.ru/documents.html> (дата обращения 01.04.2023).
15. Закон Калининградской области от 7 октября 2019 года N 318 «Социальный кодекс Калининградской области» (с изм. от 19.04.2023) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561570221> (дата обращения 21.03.2023).

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

А. Н. Кравченко¹

*ООО «Тюменский нефтяной научный центр»,
ул. Максима Горького, д. 42, г. Тюмень, Тюменская область, 625000, Россия*

Актуальность исследования определяется тем, что типовое проектирование в нефтегазовой отрасли очень востребовано, так как добываемое сырье имеет огромную товарную привлекательность на международном рынке. Правильное использование нефтегазовых ресурсов и рациональное управление стоимостью инновационно-инвестиционных проектов способно поднять экономику страны на новый уровень.

Целью исследования является изучение опыта внедрения проектов компаний нефтегазовой отрасли в типовом проектировании. Основываются на экономико-статистическом, сравнительном и системно-функциональном анализе, производится графическая интерпретация полученных результатов. Результатом исследования явилось рассмотрение опыта внедрения проектов компаний нефтегазовой отрасли в типовом проектировании.

Ключевые слова: типология, нефтегазовый сектор, инновация, проект, анализ

FUNDAMENTALS OF COST MANAGEMENT OF INNOVATION AND INVESTMENT PROJECTS IN THE CONTEXT OF THE STANDARD DESIGN SYSTEM OF OIL AND GAS COMPANIES

A.N Kravchenko

Tyumen Oil Research Center LLC,

Maxim Gorky str., 42, Tyumen, Tyumen region, 625000, Russia.

The relevance of the study is determined by the fact that standard design in the oil and gas industry is very much in demand, since the extracted raw materials have a huge commercial attractiveness on the international market. Proper use of oil and gas resources and rational cost management of innovation and investment projects can raise the country's economy to a new level.

The purpose of the study is to study the experience of implementing projects of oil and gas companies in standard design. They are based on economic-statistical, comparative and system-functional analysis, graphical interpretation of the results is made. The result of the study was a review of the experience of implementing projects of oil and gas companies in standard design.

Keywords: typology, oil and gas sector, innovation, project, analysis

Введение

Нефтегазовый сектор является одной из самых важных и востребованных категорий промышленности, который имеет материально-техническую базу и влияет на экономическое развитие страны в целом. На сегодняшний день данная отрасль имеет инвестиционную привлекательность, но также и риски для реализации инновационно-инвестиционных проектов. Поэтому актуальным является изучение вопросов, связанных с их планомерной реализацией.

Типовое проектирование направлено на оптимизацию затрат на управление проектами. Оно имеет специфические особенности и проблемы. Современная практика выделяет 2 подхода в проектному определению – деятельностный и системный. Проект является временным способом создания инновационных продуктов и

услуг, с целью получения стабильного результата [6].

Актуальность

Типовое проектирование ориентировано на оптимизацию стоимостных показателей проектных решений, но при этом имеет специфику и проблемность при управлении проектами, что актуализирует проблему в регулировании стоимости в рамках управления проектами в типовом проектировании. Тенденция экономического роста позволяет нам подчеркнуть значимость обеспечения инновационно-инвестиционного развития промышленности в Российской Федерации.

Стабильное существование в подобных условиях обеспечивается при помощи механизма устойчивой модернизации. Он способен направить деятельность организации с учетом всех особенностей хозяйственной и финансовой системы,

¹*Кравченко Александр Николаевич – заместитель главного инженера – начальник управления по развитию систем проектирования, тел.: +7 (3452) 529–090, доб. 6077, доб. 6179 (АКС), e-mail: ANKravchenko-tnk@tnnc.rosneft.ru.*

а также обеспечить длительное безкризисное существование [4].

Целью исследования является изучение опыта внедрения проектов компаний нефтегазовой отрасли в типовом проектировании.

Материалы и методы исследования

Основываются на экономико-статистическом, сравнительном и системно-функциональном анализе, производится графическая интерпретация полученных результатов.

Обзор литературы

Основной целью работы нефтегазовых предприятий является производство в виде добычи и переработки нефти, газа и нефтепродуктов [5].

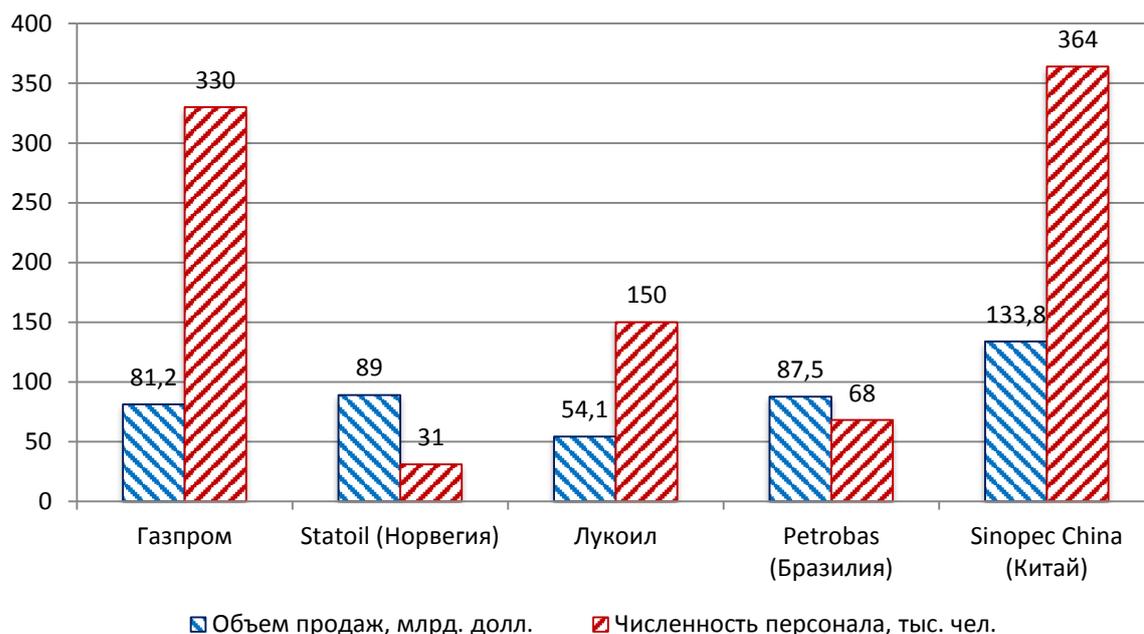


Рисунок 1 – Эффективность деятельности нефтегазовых предприятий различных стран (составлено автором на основе Росстат)

Сравнение российских и международных компаний показало, что отечественный производитель имеет сильное отставание по объему продаж и показывает крайне низкую конкурентоспособность на международном рынке (рисунок 1).

Типовое проектирование имеет широкое применение при обеспечении устойчивого существования нефтегазовых компаний. Его применение повышает эффективность обустройства нефтегазовых месторождений. Это позволяет подобрать необходимые требования к оборудованию и материалам, унифицировать их использование и произвести типизацию отдельных технологических процессов. Правильное использование механизма типизации позволяет выбрать лучший вариант существования компаний и повысить его рентабельность и экономическую устойчивость. Типовое проектирование может оказывать влияние на выбор видов нефтегазовых месторождений. Также оно позволяет выбрать ориентира

нефтяных работников и проектировщиков на применение инноваций и технологий различного типа. В целом использование типового проектирования позволяет поднять общий технический уровень нефтегазового сектора за небольшой период времени [6].

Реализация функции управления стоимостью инновационно-инвестиционных проектов означает определенную последовательность управленческих действий и методов. Для каждой функции в системе управления используется своя технология ее реализации. Ответственность за выполнение тех или иных управленческих действий распределена между структурными подразделениями и отдельными исполнителями.

Разным объектам управления (функционированию и развитию) соответствуют разные функции управления, разные организационные структуры и организационные механизмы [7].

В реальных системах проектирования разделить их крайне сложно, но необходимо с целью совершенствования управления стратегической эффективностью.

Посредством реализации функций управления стоимостью инновационно-инвестиционных проектов и типологическим проектированием, вырабатываются решения, направленные на качественные изменения в содержании, технологии, организации процесса деятельности и его обеспечении. По этому признаку и можно отделять то, что в управлении делается для развития, от того, что делается для поддержания стабильного функционирования.

Системы управления развитием предполагают:

1. определение состава функций, которые должна реализовать система;
2. выбор методов и средств реализации функций;
3. определение состава должностных лиц и подразделений, которые будут осуществлять функции управления развитием, их полномочий и ответственности;
4. определение типов управленческих действий;
5. определение форм контроля над этой деятельностью [8].

В научном плане актуальной является проблема сравнительной оценки эффективности внедрения проектов типового проектирования в компаниях анализируемой отрасли. Опыт внедрения проектов с учетом типового проектирования

характеризует эффективность компаний анализируемой отрасли с позиции стоимости [1, 2].

Результаты исследования

С целью выделения типовой компании в отрасли в рамках исследования проводится анализ компаний: Газпром, Роснефть, Лукойл, Новатэк, Газпромнефть (GAZP, ROSN, LKOH, NVTK, SIBN.).

Для выделения типовой компании среди анализируемых компаний с помощью указанных выше принципов используются данные [3], приведенные в таблице 1. Здесь жирным шрифтом выделены показатели, по которым компании являются доминирующими, т. е. превосходят другие компании.

Сравнительная оценка эффективности компаний осуществляется по следующим группам:

- 1 группа: показатели, характеризующие развитие бизнеса.
- 2 группа: показатели, характеризующие эффективность бизнеса.
- 3 группа: показатели, характеризующие доходность и рост акций.

На основе принципа выделения главного показателя в качестве главного показателя первой группы выбирается показатель: Капитализация/Чистые активы. На остальные показатели накладываются ограничения, исходя из специфики решаемых задач. В итоге получается следующее ранжирование компаний: GAZP, ROSN, SIBN, LKOH, NVTK.

Таблица 1 – **Фундаментальный анализ топ-5 компаний нефтегазового сектора за 2020 год, реализующих типовые проекты**

| № | Показатель / Indicator | GAZP | ROSN | LKOH | NVTK | SIBN |
|----|-----------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | ROA, % | 5,50 % | 5,50 % | 10,80 % | 12,20 % | 10,5 % |
| 2 | Долг/ЕБИТДА | 1,7 | 1,71 | 0,03 | 0,21 | 0,72 |
| 3 | P/E | 3,69 | 5,06 | 5,29 | 13,1 | 3,92 |
| 4 | P/S | 0,58 | 0,41 | 0,43 | 3,78 | 0,63 |
| 5 | P/BV | 0,32 | 0,82 | 0,86 | 1,95 | 0,8 |
| 6 | EV/ЕБИТДА | 4,09 | 3,41 | 2,77 | 7,19 | 2,93 |
| 7 | EPS, руб. | 50,8 | 66,8 | 923,8 | 80,7 | 84,4 |
| 8 | FCF/акцию, руб. | -0,03 | 83,4 | 1 013 | 47,7 | 32,9 |
| 9 | BV/акцию, руб. | 590,3 | 411,7 | 5 659 | 542,4 | 415,2 |
| 10 | Дивиденд, руб./акцию | 15,24 | 33,41 | 542 | 32,33 | 37,96 |
| 11 | Дивидендный доход, % | 8,10 % | 9,90 % | 11,10 % | 3,10 % | 11,50 % |
| 12 | Дивиденды/прибыль, % | 30 % | 50 % | 59 % | 40 % | 45 % |

В качестве главного показателя второй группы выбирается показатель ROE, %. На остальные показатели накладываются ограничения, исходя из специфики решаемых задач. В данном случае ранжирование компаний выглядит следующим образом: SIBN, LKOH, ROSN, NVTK, GAZP.

В качестве главного показателя третьей группы принимается показатель Дивидендный доход с соответствующими ограничениями на остальные показатели. Ранжирование компаний в данном случае выглядит следующим образом: SIBN, LKOH, ROSN, GAZP, NVTK. Таким образом, компания ПАО «НК «Роснефть» является типовой компанией в отрасли.

Рассматривая опыт внедрения проектов компаний нефтегазовой отрасли в типовом проектировании, следует отметить, что основными направлениями, которые должны быть учтены в управлении стоимостью в рамках типового проектирования, являются следующие:

- полностью автоматизированные операции (поиск, сравнение, создание) и интеграция с ИТ приложениями;

- модель данных каталога выполнена по международному информационному стандарту (ISO 15926);

- интеграция с внешними каталогами поставщиков (детализация пакета и стандарты по комплектующим);

- связь с классификаторами и моделью данных компании;

- гибкая интеграция между внутренними и критичными приложениями (возможность работы в реальном времени при закупке трубной продукции в ходе бурения скважин);

- фокус внимания должен быть сделан на управление стоимостью строительства на всех этапах жизненного цикла проекта; для этого помимо документации типового проектирования (ТТТ, ТПР) должны использоваться базовые технические решения, на основе которых должны формироваться типовые ведомости объемов работ и удельные показатели и индексы стоимости строительства как на объект в целом, так и на его отдельные составные части.

Заключение

Таким образом, по результатам оценки показателей с целью определения эффективности управления стоимостью проектов в системе

типового проектирования было определено, что в качестве основных показателей следует рассматривать: Капитализация/Чистые активы; ROE, %; Дивидендный доход с соответствующими ограничениями на остальные показатели. Применение трех групп показателей имело целью ранжирование компаний с целью выделения типовой компании в отрасли.

Анализируемые выше компании, на основе использования типового проектирования, повысили показатели по трем группам показателей. Применение типового проектирования способствует развитию бизнеса, что отражено в первой группе показателей, повышению эффективности бизнеса (вторая группа показателей) и росту доходности и стоимости акций анализируемых компаний (третья группа показателей).

Литература

1. Астахов, Д.М. Экономика / Д.М. Астахов. – М.: Астра, 2016. – 199 с.
2. Бисултанова А.А. Современное состояние и перспективы развития банковской системы России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e-koncept.ru/2018/15333.htm> (дата обращения: 12.03.2019).
3. Богданюк Е., Трунин П.В., «Развитие рынка евро-валютного банкинга в мировой экономике», Финансовый журнал, Vol. 31, No. 3, 2016. pp. 79-88.
4. Козлова, Е.П. Формирование механизма устойчивого развития промышленных предприятий на основе технологической трансформации: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Нижний Новгород, 2019. 181 с.
5. Корчагина, С. А. Проблемы устойчивого развития в нефтегазовой отрасли: актуальность, перспективы / С. А. Корчагина // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14, № 3. – EDN RDEBVV
6. Кравченко, А. Н. Управление стоимостью проектов через типизацию отдельных процессов / А. Н. Кравченко, О. В. Салимов // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2022. – № 4(62). – С. 57-62. – EDN BEKIDJ.
7. Мазилкина, Е.И. Управление конкурентоспособностью [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.И. Мазилкина, Г.Г. Паничкина. - Саратов: Корпорация «Диполь», Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 388 с.
8. Типовое проектирование - на пульсе времени / А. Н. Кравченко, А. С. Косарев, В. А. Павлов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 11. – С. 13-15. – DOI 10.24887/0028-2448-2020-11-13-15.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ТИПИЗАЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОЕКТАХ

А. Н. Кравченко¹

*ООО «Тюменский нефтяной научный центр»,
ул. Максима Горького, д. 42, г. Тюмень, Тюменская область, 625000, Россия.*

Данная статья посвящена исследованию влияния инструментов типизации на экономический эффект в современной информационной среде. Инструменты типизации представляют собой средства классификации данных, объектов или процессов с учетом их характеристик и свойств. В статье анализируются разнообразные подходы к типизации, включая статическую и динамическую типизацию, сильную и слабую типизацию, а также их влияние на различные сферы деятельности.

В ходе статьи рассматриваются не только преимущества, но и потенциальные ограничения и сложности, связанные с внедрением инструментов типизации. Обсуждается важность выбора наиболее подходящего метода типизации для конкретной задачи с учетом требований среды и ресурсов.

Ключевые слова: инструменты типизации, экономический эффект, статическая типизация, динамическая типизация, сильная типизация, слабая типизация, информационная среда, программирование, разработка по, управление проектами, эффективность, ограничения, выбор метода, ресурсы.

THE ECONOMIC EFFECT OF THE USE OF TYPING IN VARIOUS PROJECTS

A.N Kravchenko

Tyumen Oil Research Center LLC,

Maxim Gorky str., 42, Tyumen, Tyumen region, 625000, Russia.

This article is devoted to exploring the impact of type systems on economic outcomes in the contemporary information environment. Type systems are tools for classifying data, objects, or processes based on their characteristics and properties. The article analyzes diverse approaches to typing, including static and dynamic typing, strong and weak typing, and their influence on various domains of activity.

The article not only highlights advantages but also potential limitations and challenges associated with the implementation of type systems. The significance of selecting the most suitable typing method for a specific task in consideration of environmental requirements and resources is discussed.

Keywords: type systems, economic effect, static typing, dynamic typing, strong typing, weak typing, information environment, programming, software development, project management, efficiency, limitations, method selection, resources.

В современном мире, где цифровизация и технологические инновации играют непрерывно растущую роль во всех сферах деятельности, вопрос об оптимизации процессов и повышении эффективности стоит более остро, чем когда-либо. В этом контексте, инструменты типизации становятся ключевыми элементами, способствующими не только более структурированному и надежному программированию, но и оказывающими значительное влияние на экономический эффект в различных областях. Таким образом, исследование влияния инструментов типизации на экономический эффект представляет собой важную задачу, обладающую практической и теоретической значимостью.

Основной целью данного исследования

является анализ влияния инструментов типизации на экономический эффект в различных областях. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить разнообразие инструментов типизации, таких как статическая и динамическая типизация, сильная и слабая типизация.

- Проанализировать плюсы и минусы каждого вида типизации с точки зрения улучшения производительности, качества программного обеспечения и экономического эффекта.

- Исследовать примеры успешного внедрения инструментов типизации в различных отраслях, чтобы выявить практические примеры и результаты.

¹Кравченко Александр Николаевич – заместитель главного инженера – начальник управления по развитию систем проектирования, тел.: +7 (3452) 529–090, доб. 6077, доб. 6179 (АКС), e-mail: ANKravchenko-tnk@tnnc.rosneft.ru.

Для достижения поставленных целей и задач, в ходе исследования был использован комплексный подход, включающий анализ литературных источников, а также сравнительный анализ различных подходов к типизации. Структура исследования организована следующим образом: первый раздел посвящен обоснованию актуальности проблемы и формулированию цели и задач исследования. Второй раздел представляет обзор разнообразных инструментов типизации, а также анализ их влияния на различные аспекты разработки и управления. Третий раздел содержит кейс-стадии успешной реализации инструментов типизации в практике, а также их экономический эффект. В заключении обсуждаются ключевые результаты и выводы исследования.

Типизация в программировании

Типизация в программировании представляет собой важную концепцию, определяющую правила работы с различными типами данных. Она играет ключевую роль в обеспечении надежности, безопасности и эффективности программного кода. Для понимания влияния инструментов типизации на экономический эффект необходимо рассмотреть две основные формы типизации: статическую и динамическую.

Таблица 1 – Пример сравнения статической и динамической типизации в программировании

| Характеристика | Статическая типизация | Динамическая типизация |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Обнаружение ошибок | Раннее, на этапе компиляции | Позднее, на этапе выполнения |
| Производительность | Потенциально выше | Обычно ниже |
| Гибкость | Менее гибкая | Более гибкая |
| Безопасность | Высокая | Ниже |
| Требуемая дополнительная работа | Объявление типов, проверки | Отсутствует |
| Примеры языков программирования | Java, C++, C# | Python, JavaScript, Ruby |

Применение инструментов типизации распространено не только в сфере программирования, но и находит широкое применение в различных отраслях. Рассмотрим некоторые примеры применения инструментов типизации в разных секторах:

Промышленность и производство

В области промышленности и производства, где автоматизация и робототехника становятся все более распространенными, инструменты типизации играют ключевую роль в обеспечении

безопасности и эффективности производственных процессов. Например, использование строгой типизации данных и команд позволяет предотвращать неправильные команды и несоответствия ввода-вывода, что может предотвратить аварии и повреждения оборудования. Это может сократить риски технических сбоев и простоев производства, что, в свою очередь, приводит к экономии времени и ресурсов.

Финансы и бизнес

В сфере финансов и бизнеса, где точность и надежность данных играют ключевую роль, инструменты типизации могут оказать значительное влияние на принятие решений. Например, правильная типизация финансовых данных и операций обеспечивает точное вычисление и учет расходов и доходов. Это позволяет избежать ошибок при расчете налогов, бухгалтерских отчетов и финансовых прогнозов. Применение инструментов типизации в этой сфере может предотвратить финансовые убытки, связанные с неверной обработкой данных, а также улучшить эффективность бизнес-процессов.

Образование

В образовательной сфере инструменты типизации играют важную роль в обучении программированию и компьютерным наукам. Правильное обучение принципам типизации способствует формированию у студентов прочных основ программирования и понимания работы с разными типами данных. Это может оказать позитивное воздействие на качество образования и подготовку специалистов, что в конечном итоге повлияет на качество трудовых ресурсов в IT-индустрии и других отраслях.

Информационная безопасность

В сфере информационной безопасности, где защита данных и конфиденциальность имеют первостепенное значение, инструменты типизации могут играть важную роль в предотвращении уязвимостей и атак. Правильная типизация данных позволяет убедиться, что данные обрабатываются и передаются только в соответствии с определенными правилами и безопасностью. Это способствует предотвращению утечек данных, взломов и других видов атак, которые могут привести к значительным материальным и репутационным потерям для организаций.

Применение различных инструментов типизации имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Рассмотрим некоторые из них:

Преимущества

- **Безопасность и надежность:** Статическая типизация позволяет обнаруживать ошибки на ранних этапах разработки, что снижает вероятность возникновения ошибок во время выполнения программы. Это способствует повышению

надежности и безопасности программного обеспечения.

- *Улучшение производительности:* Статическая типизация позволяет компилятору оптимизировать код на основе информации о типах данных. Это может ускорить выполнение программы и сократить использование ресурсов.

- *Улучшение качества кода:* Инструменты типизации способствуют более строгой структуре кода, что может сделать его более читаемым и легко поддерживаемым.

Применение инструментов типизации существенно снижает риски и вероятность возникновения ошибок в различных этапах разработки и эксплуатации. Важно понимать, что даже небольшие ошибки в программном обеспечении могут иметь серьезные последствия, включая потерю данных, нарушение безопасности и сбои в работе системы. Благодаря строгой типизации и проверкам, осуществляемым инструментами типизации, возможность таких ошибок сокращается.

Таблица 2 – Пример ключевых факторов успешного применения инструментов типизации

| Ключевой фактор | Значение |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| Цели и контекст | Определение целей и соответствие контексту проекта |
| Типы данных | Выбор наиболее подходящих типов данных для задачи |
| Обучение и адаптация | Обучение команды и подготовка к использованию инструментов |
| Баланс строгости и гибкости | Нахождение баланса между строгой и гибкой типизацией |
| Постоянное обновление | Слежение за новыми тенденциями и обновлениями |

В контексте бизнеса, избежание крупных технических сбоев и ошибок может способствовать сохранению репутации компании и снижению затрат на решение проблем, связанных с отказами в работе. Это может включать в себя убытки от простоя системы, затраты на восстановление данных или даже возможные судебные иски со стороны пользователей.

Одной из ключевых преимуществ использования инструментов типизации является экономия ресурсов. Правильная типизация данных и объектов позволяет предотвратить множество проблем, которые могли бы потребовать дополнительных затрат. Например, сокращение времени на отладку и исправление ошибок означает, что команда разработчиков может более эффективно использовать свое время и усилия на создание новых функциональностей и улучшение продукта. Это также означает, что не нужно тратить средства на дополнительные ресурсы для устранения проблем.

Экономия ресурсов также охватывает человеческие ресурсы. Команды разработчиков могут более эффективно работать, если не тратят много времени на поиск и устранение ошибок. Это может привести к сокращению нагрузки на команду и, как следствие, к снижению износа и выгорания сотрудников.

Заключение

Исследование влияния инструментов типизации на экономический эффект подчеркивает их роль как инструментов, способных существенно повлиять на оптимизацию процессов и повышение качества продуктов. Улучшение производительности и качества, снижение рисков и ошибок, экономия ресурсов – это лишь некоторые из аспектов, которые делают инструменты типизации неотъемлемой частью современной разработки программного обеспечения. Практические примеры и кейс-стадии демонстрируют, что правильное применение инструментов типизации способно оказать положительное воздействие на экономику компаний и обеспечить их конкурентоспособность на рынке.

Литература

1. Галкина, Т. С., & Грибова, А. А. (2019). Анализ влияния статической и динамической типизации на надежность программного обеспечения. Вестник Кемеровского государственного университета, (2), 116-121.
2. Карасев, В. В., & Зобов, А. В. (2019). Сравнение статической и динамической типизации в программировании. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника, (4), 26-34.
3. Шапошников, В. Г. (2020). Влияние выбора типизации на производительность программного обеспечения. Программирование, 46(5), 285-294.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РОССИИ

М.И. Дмитриченко¹, А.Л. Киятов²

¹АНО ВО университет при МПА ЕврАзЭС,
Россия, 95277, СЗФО, г. Санкт-Петербург, ул. Смольячкова, д.14/1;

²Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А.

В статье обосновывается необходимость формирования эффективной системы обеспечения безопасности отечественных торговых предприятий. Раскрывается сущность понятия «риск» как экономического феномена с учётом вероятности проявления различных экономических потерь в деятельности торговых предприятий, нарушающих безопасность их функционирования. Установлена взаимосвязь между такими категориями как «неопределённость», «риски торговых компаний» и «потери». Предложена классификация рисков торговой компании на базе обнаружения их причин возникновения. Выявлены методы минимизации возникновения рисков и планирования экономической политики; идентификация и оценка разных видов рисков; страхование и диверсификация рисков. Представлен отечественный опыт управления рисками и обеспечения безопасности в деятельности торгового предприятия.

Ключевые слова: управление рисками, безопасность, торговое предприятие, неопределённость, потери

FORMATION OF AN EFFECTIVE SECURITY SYSTEM FOR COMMERCIAL ENTERPRISES IN RUSSIA

M.I. Dmitrichenko, A.L. Kiyatov

ANO VO University at the IPA EurAsEC,
Russia, 95277, NWFD, St. Petersburg, Smolyachkova str., 14/1;
St. Petersburg State University of Economics (SPbSEU),
Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboedov Canal., 30-32, letter A.

The article substantiates the need for the formation of an effective security system for domestic commercial enterprises. The essence of the concept of "risk" as an economic phenomenon is revealed, taking into account the probability of various economic losses in the activities of trading enterprises that violate the safety of their functioning. The relationship between such categories as "uncertainty", "risks of trading companies" and "losses" has been established. The classification of risks of a trading company based on the detection of their causes is proposed. The methods of risk minimization and economic policy planning are identified; identification and assessment of different types of risks; insurance and risk diversification. The domestic experience of risk management and security in the activities of a trading enterprise is presented.

Keywords: risk management, security, trading enterprise, uncertainty, losses

В настоящее время развитие торговых предприятий является важнейшим компонентом экономики России, где используются современные методы продажи и технологии доставки товаров, решаются специфические задачи по развитию торговли и управлению логистическими потоками.

Деятельность в сфере торговли имеет определённую специфику, которая связана с разными рисками. Низкая квалификация торгового персонала может привести к недопоставке товара и увеличению издержек, когда риск становится неотъемлемой частью деятельности торгового

предприятия. Поэтому минимизация его возникновения является важнейшей задачей управления торговыми предприятиями и обеспечения продовольственной безопасности в России.

На современном этапе нет единственного методологического подхода к исследованию феномена «риск». Очень часто под риском подразумевается событие, которое может принести материальный ущерб предприятию [4].

Среди основных методологических подходов к исследованию сущности и роли риска следует выделить: объективный, субъективный, причинно-следственный подходы.

¹Дмитриченко Михаил Иванович – кандидат технических наук, профессор, руководитель Центра продовольственной безопасности государств Евразии, e-mail: dmi-1943@yandex.ru;

²Киятов Андрей Леонидович – кандидат экономических наук, доцент кафедры торгового дела и товароведения, e-mail: dept.dmp@unecp.ru.

Так, по мнению Шапкина А. С., «риск – это угроза того, что предприниматель понесет потери в виде дополнительных рисков или получит доходы ниже тех, на которые он рассчитывал» [5]. Однако, угроза – это всегда объективное событие, часто неконтролируемое работниками торгового предприятия и сопровождаемое, прежде всего, опасностью уменьшения прибыли или эффективности функционирования. Конечно, риск связан с угрозами, посредством феномена «неопределённости» и характеризует состояние дел торгового предприятия.

Ермасова Н.Б. отмечает: «Риск – это обобщенная субъективная характеристика ситуации принятия решения в условиях неопределённости, отражающая возможность появления ущерба в результате последствий принятия такого решения» [4].

Действительно, риск часто связан с ситуацией выбора. Поэтому, он непосредственно взаимосвязан с принятием решений в условиях риска неопределённости, требующих оптимального выбора партнеров и поставщиков товара.

По мнению авторов, риск – это вероятностное наступление опасности, в случае проявления неожиданных потерь планируемой прибыли, основного и оборотного капитала, при неожиданном изменении условий функционирования торговой компании или неблагоприятных обстоятельства, нарушающих её безопасность на рынке.

При этом риск возникает, как следствие «рискованной» сделки и может быть связан с действиями конкурентов, изменением цены на рынке, неблагоприятными погодными условиями, а также непредвиденными политическими событиями, имеющими тяжелые последствия для торгового бизнеса.

Кроме того, авторами отмечается взаимосвязь функционирования торгового предприятия

и обеспечения безопасности в условиях неопределённости и риска. При этом безопасность торгового предприятия можно представить в качестве состояния защищенности от банкротства.

При проведении аналитической работы были определены основные задачи исследования менеджмента и обеспечения безопасности торговых предприятий в России:

- раскрытие сущности риска торгового предприятия;
- обозначение взаимосвязи категорий «неопределённость», «риски торговых компаний» и «потери»;
- представление классификации рисков торговой компании;
- исследование методов минимизации возникновения рисков;
- анализ управления рисками и обеспечения продовольственной безопасности России.

Деятельность торгового предприятия России осуществляется в условиях неопределённости и рисков при возникновении разного рода потерь. Взаимосвязь категорий: «неопределённость → риски торговой компании → потери» представлена на рисунке 1.

Неопределённость, в количественном отношении, подразумевает возможность отклонения результатов деятельности торговой компании от ожидаемого или среднего значения, как в меньшую, так и в большую сторону.

Другими словами, риск торгового предприятия — это некоторое вероятное событие, которое может произойти в условиях неопределённости при трёх экономических результатах, оцениваемых, чаще всего, в финансовых показателях:

- отрицательный (ущерб, убыток);
- положительный (выгода, прибыль);
- нулевой (ни ущерба, ни выгоды).

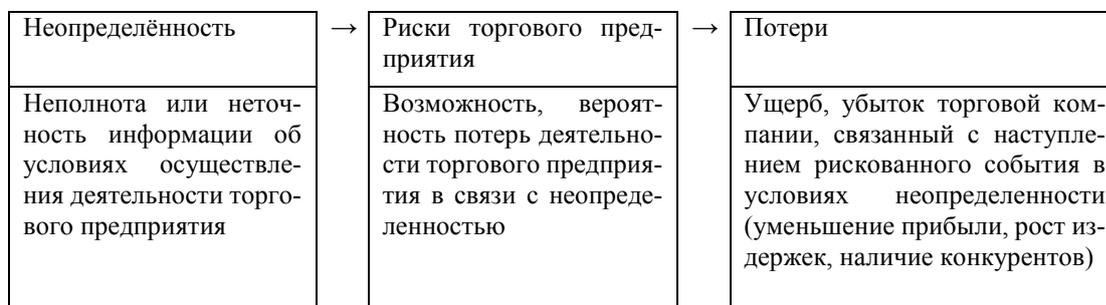


Рисунок 1 – Взаимосвязь категорий: «неопределённость → риски торгового предприятия → потери»

Торговые предприятия осуществляют свою деятельность на всей территории страны, выбирают оптимальные методы продажи с учё-

том особенностей ассортимента и доставки товаров. В этом случае возникают риски, непосредственно связанные с работой предприятия в реги-

онах. Это торговые риски, коммерческие и финансовые риски, когда уровень жизни населения, политическое, экономическое и социальное положение, могут повлиять непосредственно на успешную деятельность торговых предприятий.

Авторами делается акцент на степень потерь прибыли и предлагается следующая классификация рисков:

- допустимые потери (потери, величина которых не больше расчётной величины прибыли);
- критические потери (потери, величина которых больше расчётной величины прибыли);
- катастрофический риск (с потери, превышающие стоимость всего имущества).

В свою очередь, А.С.Шапкин выделяет риски по следующим классификационным признакам:

- по субъектам;
- по степени ущерба;
- по сферам появления;
- по источникам возникновения [5].

В настоящее время существует также множество классификаций рисков, связанных со спецификой деятельности торгового предприятия, что позволяет классифицировать риски: политические, рыночные, коммерческие, природные, социальные и технические.

Политические риски – это вероятность возникновения опасности непредвиденных потерь и ущерба торговых предприятий в результате изменения действующего законодательства.

Рыночные риски, значимые для торговых предприятий, связаны со снижением цен на предлагаемые товары на рынке, ростом стоимости электроэнергии, топлива и транспортных тарифов.

Коммерческие риски связаны со снижением покупательской способности населения и как, следствие спроса, а также с колебаниями валютного курса и вероятности невозврата основной суммы долга по кредиту и процентов по нему, ростом ставки процента по кредитным договорам.

Природные риски вызываются неблагоприятными погодными условиями, климатическим воздействием на доставку и продажу товаров.

Социальные риски могут возникать из-за конфликта между работниками торгового предприятия.

Технические риски появляются в результате не профессиональной эксплуатации торгового оборудования на предприятии.

Для защиты от этих рисков предприятие использует систему регламентного технического

обслуживания оборудования и страхования товаров.

Торговое предприятие осуществляет свою деятельность в условиях риска. Следовательно, разработка эффективной политики управления рисками и обеспечения безопасности торговых предприятий в России — это первоочередная задача.

Страхование риска в деятельности торгового предприятия – основной и часто используемый метод снижения степени риска. Страхование – это форма заблаговременной аккумуляции ресурсов, которые необходимы для возмещения убытков от возможного воздействия рисков. Экономическая сущность страхования состоит в формировании резервного (страхового) фонда, платежи в него для торгового предприятия меньше сумм возможного ущерба. Применяя страхование, можно возместить результаты негативных последствий.

Таким образом, страхование рисков является обязательным условием функционирования торгового предприятия, покрывающим незапланированные затраты при невыполнении заключаемых контрактов, действий злоумышленников или потерь из-за стихийных бедствий.

В России появляются новые автобаны большой пропускной способности, с развитой инфраструктурой, которые позволяют ускорить процесс доставки товаров, повышают его безопасность, что позволяет исключить непредвиденные ситуации в пути, снизить риски при доставке товаров.

Для минимизации рисков торговое предприятие проводит постоянный мониторинг уровня спроса и предложения товаров на рынке, повышает качество оказания торговых услуг, ведёт подготовку квалифицированного персонала, проводит модернизацию торгового оборудования для оптимизации структуры продаж, совершенствует систему качества управления логистическими потоками.

Торговые предприятия осуществляют свою деятельность в России, при этом используют конкурентные преимущества для получения максимальной прибыли, минимизации издержек и уменьшения эксплуатационных и коммерческих рисков.

Изменения в российском законодательстве также приводит к появлению законодательных рисков, связанных с деятельностью торгового предприятия. Сюда относятся риски налогового регулирования, требования по лицензированию

нию и т. д. Предприятие строит свою работу в соответствии с действующим законодательством, постоянно отслеживая все изменения и корректируя свою деятельность.

В условиях санкций со стороны США и ЕС, введённого экономического эмбарго, снижения цен на нефть и газ, ослабления курса рубля, роста инфляции – все это негативным образом сказывается на экономике РФ, снижения потребительской активности в результате уменьшения реальных доходов россиян многим торговым предприятиям приходится пересматривать свои приоритеты.

Управление рисками и безопасностью торгового предприятия, идентификация факторов риска представляет собой достаточно трудоёмкую задачу. Особенности деятельности менеджмента предприятия выражаются в идентификации и нейтрализации явлений, нарушающих функционирование компании, препятствующих достижению выдвинутых целей.

Современный руководитель торговой компании должен применять комплексный подход в управлении разными видами рисков, проявляющихся в процессе деятельности и обеспечения продовольственной безопасности.

Для снижения степени вероятных рисков и неопределённости при повышении уровня обслуживания населения, торговому предприятию необходимо своевременно принять верное решение о возможных изменениях в своей деятельности. Без правильного варианта принятия управленческих решений, а также эффективного руководства невозможно достичь экономической эффективности и процветание торгового предприятия.

Оценка рисков стала необходимой в процедурах и системах управления рисками и обеспечения безопасности торговых предприятий, независимо от районов их деятельности.

Следовательно, большое значение при управлении рисками и обеспечения безопасности

торговых компаний являются методы минимизации рисков, которые связаны, прежде всего, с анализом и прогнозированием потерь, возникающим при возникновении различных типов рисков.

В настоящее время эффективными методами минимизации уровня рисков торговых предприятий являются страхование, диверсификация рисков, комбинирование доставки товаров различными видами транспорта для обеспечения продовольственной безопасности России.

Литература

1. Конституция Российской Федерации. – Ростов-на-Дону, Еникс, 2021. – 64 с.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая, вторая, третья и четвёртая: текст с изм. и доп. на 1 февраля 2023 г.-М.: Эксмо, 2023–656 с.
3. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2023. — 512 с. — (Библиотека словарей «ИНФРА-М»). - [Электронный ресурс]. — URL:<http://znanium.com/catalog/product/751618/>(дата обращения 19.06.2019).
4. Ермасова Н. Б. Риск – менеджмент организации: учебно-практическое пособие / Н. Б. Ермасова. – М.: Дашков и Ко, 2014.- 380 с.
5. Шапкин А.С., Шапкин В.А.- Теория риска и моделирование рискованных ситуаций [Текст]: учебник/А.С.Шапкин, В.А.Шапкин.-М.: Дашков и Ко, 2023.- 874 с.
6. Зуева О.А., Зыбин О.С., Киятов А.Л. Роль субъектов реального и финансового секторов в национальной инновационной системе // Журнал Современная наука: актуальные проблемы теории и практики, серия «Экономика и Право» - 2016. - №4. - С. 107-111
7. Методы управления риском [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.studfiles.ru/preview/1477228/page:4>(дата обращения 21.06.2019).

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ ПРОЦЕССА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.Ю. Плешакова¹, Е.Г. Калязина²

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

Оценка качества управления организацией – очень важный аспект современной науки. В статье рассмотрены различные подходы к оценке качества управления: результатный, стандартный, функциональный, патологичностный, инверсионный; обобщен накопленный опыт комплексной оценки качества управления современными предприятиями и организациями; сделан вывод о подготовительной стадии процесса цифровой трансформации предприятий и организаций.

Ключевые слова: качество управления; оценка деятельности; цифровая трансформация; цифровая зрелость; качественные и количественные показатели

MANAGEMENT QUALITY ASSESSMENT AS A TOOL OF THE DIGITAL TRANSFORMATION'S PREPARATORY STAGE

E.Y. Pleshakova, E.G. Kalyazina

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

Assessing the quality of organizational management is a very important aspect of modern science. The article discusses various approaches to assessing the quality of management: result-based, standard, functional, pathological, inversive; the accumulated experience of comprehensive assessment of the quality of management of modern enterprises and organizations is summarized; a conclusion was made about the preparatory stage of the process of digital transformation of enterprises and organizations.

Keywords: quality of management; performance assessment; digital transformation; digital maturity; qualitative and quantitative indicators

Оценка деятельности компании является важнейшим элементом управленческого процесса. Количественные и качественные показатели в динамике отчетных периодов могут отражать необходимые данные для принятия решений, так оперативных, так и стратегических.

На сегодняшний день научным сообществом сформирована серьезная база знаний по применению методов и практического инструментария в целях анализа деятельности предприятия. Вектор развития современных методик смещается в сторону комплексной оценки. Количественные (в частности, финансово-экономические) данные целесообразны для понимания руководителей ситуации в текущей деятельности компании и принятия оперативных решений. Вопросы стратегического развития, инновационных процессов и начинаний, долгосрочных инвестиций, вложений в нематериальные активы – сфера оценки деятельности по качественным характеристикам организации. Таким образом, важность

всестороннего анализа определяется необходимостью предоставления топ-менеджменту данных для принятия управленческих решений в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

В данной статье авторы направляют фокус внимания на такой целевой процесс как цифровая трансформация предприятия. Данная тема имеет высокую степень актуальности, цифровизация стала неотъемлемой частью современных компаний, новые цифровые технологии внедряются практически во все бизнес-процессы. Однако, данный процесс имеет свои сложности и проблематику. В работах отечественных и зарубежных исследователей [2,4,5] поднимаются такие вопросы как «лоскутная» цифровизация, несогласованность действий функциональных подразделений, проблемы в коммуникационных взаимодействиях заинтересованных сторон, поддержка со стороны трудового коллектива, соответствие стратегическим целям организации и проч.

¹Плешакова Елена Юрьевна – доктор экономических наук, профессор кафедры проектного менеджмента и управления качеством, тел.: 8(921) 417-48-98, e-mail: pleshakova.helen@gmail.com;

²Калязина Елена Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры проектного менеджмента и управления качеством, тел.: 8(91) 819-23-19, e-mail: kalyazina.elena@gmail.com.

В целях профилактики и недопущения возможных препятствий на пути эффективной цифровой трансформации руководителям рекомендуется проводить тщательный анализ деятельности и уделять внимание предварительной оценке готовности существующей инфраструктуры и своих подчиненных к изменениям. Известные методы анализа внутренней и внешней среды (PEST, SWOT, SMART, портфельный анализ, матрицы БКГ, McKinsey и проч.) дают общее представление о положении дел в компании. Альтернативой традиционным исследованиям выступают методики оценки цифровой зрелости организации, являющиеся более адаптированной версией инструментария оценки для подготовительной стадии процесса цифровой трансформации. Оценка цифровой зрелости организации может проводиться по различным моделям и соответствующим им критериям [3]:

1. Потребители, стратегия, технологии, производство, структура, культура организации (Digital Maturity Model by Deloitte);

2. Стратегия и руководство, продукты и сервисы, управление клиентами, операции и цепочки поставок, корпоративные сервисы и контроль, информационные технологии, рабочее место и культура (Digital Transformation Index by Arthur D. Little);

3. Клиентский опыт, операционные процессы, бизнес-модели (MIT Center for Digital Business & Capgemini Consulting);

4. Видение и стратегия, цифровые таланты, ключевые цифровые процессы, гибкие источники и технологии, руководство (Digital Business Aptitude by KPMG);

5. Бизнес-модель, организационная структура, сотрудники, процессы, ИТ-возможности, предложения, модель взаимодействия (Digital Piano by IMD & Cisco);

6. Целеполагание, стратегия, бизнес-модель, организационная структура и процессы, люди, продукт, ресурсы (Торгово-промышленная палата РФ).

Таким образом, выявление текущих и потенциальных проблем при проведении комплексной оценки организации поможет понять – а готова ли компания к изменениям? Если основные бизнес-процессы неэффективны, не справляются с операционными задачами, то первоочередная цель – отладить функционал, разобраться в причинах неудач в каждом из бизнес-процессов, неудовлетворяющих запросы организации и внедрить мероприятия по их совершенствованию.

Одним из апробированных методов оценки деятельности компании является оценка качества управления [1]. Всесторонний анализ

включает в себя несколько подходов: *результатный подход, стандартный подход, функциональный подход, патологичностный подход, инверсионный подход*, что позволяет выявлять положительные и отрицательные моменты на всех уровнях управления и во всех бизнес-процессах. Концепция качества управления строится на открытых и латентных характеристиках менеджмента. Открытыми характеристиками являются: результатами функционирования управляемой социальной системы, оценкой соответствия отдельных элементов менеджмента имеющимся стандартам, эталонам (бенчмаркам) или выработанным профессиональным сообществом нормам и стереотипам и качеством выполнения функций менеджмента (планирование, организация, мотивация, контроль). Скрытое, латентное качество не регулируется нормативными актами, но имеет очень большое значение для правильного и сбалансированного представления о менеджменте в организации. Прежде всего, речь идет о таких феноменах как патологии менеджмента и инверсии в иерархии, механизмы возникновения и проявления которых в настоящее время находятся в стадии изучения.

Каждый из подходов к оценке качества управления является самостоятельным инструментом, дающим представление о процессах в компании в рамках обозначенной области исследования. *Результатный подход или «целестремительный»* основывается на предположении, что *чем лучше результат, тем лучше менеджмент*. Базируясь на системе сбалансированных показателей, в оценке участвуют следующие показатели в соответствии с таблицей 1.

Стандартный подход к оценке качества управления определяет в какой степени в организации используют стандарты в области управления. Этот подход заключается в проверке полноты использования менеджментом организации существующих и действующих в России национальных и международных стандартов, предъявляющих требования к системам менеджмента по отдельным функциональным областям и действиям менеджера. Наличие стандартов по системам менеджмента предполагает концентрацию в этих стандартах передового опыта управления. Оценка того, насколько руководители организации следуют этим стандартам, позволяет сделать вывод об уровне качества менеджмента. Если руководство организации в своей деятельности базируется на стандартах систем управления, то можно заключить, что используется самый передовой мировой опыт менеджмента, а это, в свою очередь, характеризует качество менеджмента как высокое.

Таблица 1 – Адаптированная система сбалансированных показателей для российского предприятия

| По з. | Группа показателей | Поз . | Показатель |
|-------|-------------------------|-------|------------------------------------------------------|
| 1 | Финансы/ экономика | 1.1 | Операционная прибыль ЕБИТ |
| | | 1.2 | Экономическая добавленная стоимость EVA |
| | | 1.3 | Рентабельность продаж ROS |
| | | 1.4 | Рентабельность собственного капитала ROE |
| | | 1.5 | Платежеспособность (коэффициент быстрой ликвидности) |
| 2 | Рынок/ клиенты | 2.1 | Индекс удовлетворенности клиентов |
| | | 2.2 | Доля рынка |
| | | 2.3 | Объем продаж новым клиентам |
| | | 2.4 | Рентабельность клиентов |
| 3 | Бизнес-процессы | 3.1 | Доля брака (выход годной продукции) |
| | | 3.2 | Выручка по новым продуктам |
| | | 3.3 | Время вывода на рынок (Time-to-market; TTM) |
| | | 3.4 | Время обработки заказов |
| | | 3.5 | Доля косвенных затрат |
| | | 3.6 | Фондоотдача |
| 4 | Инфраструктура/персонал | 4.1 | Индекс удовлетворенности сотрудников |
| | | 4.2 | Выручка на одного сотрудника |
| | | 4.3 | Затраты на обучение персонала |
| | | 4.4 | Квалификация сотрудников |
| | | 4.5 | Количество рацпредложений на одного сотрудника |
| | | 4.6 | Создание социально привлекательных рабочих мест |

Перечень обязательных к использованию стандартов может меняться в зависимости от отрасли и специфики организации, это могут быть стандарты ISO, национальные стандарты ГОСТ или отраслевые стандарты в области менеджмента. Пример систем менеджмента ISO представлен в таблице 2.

огласно *функциональному подходу* менеджмент в бизнес-системах базируется, чаще всего, на так называемом процессном подходе, когда

управление распадается на несколько последовательно выполняемых функций. В соответствии взглядам научной школой СПбГЭУ функций менеджмента – восемь, в том числе пять общих (целеполагание, планирование, организация, контроль и регулирование) и три связующих (установление коммуникаций, разработка и принятие управленческих решений, установление коммуникаций). Качество управления определяется качеством исполнения менеджерами этих функций.

Таблица 2 – Перечень стандартов систем менеджмента, разработанных международной организацией по стандартизации ISO

| Поз. | ИСО | Название стандарта |
|------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 26000 | Руководство по социальной ответственности |
| 2 | 30301 | Информация и документация. Системы управления записями. Требования |
| 3 | 30302 | Информация и документация. Системы управления документами. Руководящие указания по внедрению |
| 4 | 30401 | Управление человеческими ресурсами. Системы управления знаниями. Требования |
| 5 | 37001 | Системы противодействия взяточничеству. Требования и руководство по применению |
| 6 | 37002 | Системы оповещения о нарушениях. Руководящие указания |
| 7 | 37101 | Устойчивое развитие в сообществах. Система менеджмента для устойчивого развития. Требования и руководство по применению |
| 8 | 41001 | Управление оборудованием. Системы менеджмента. Требования и руководство по применению |
| 9 | 44001 | Совместные системы управления деловыми отношениями - Framework |
| 10 | 44002 | Совместное управление деловыми отношениями. Руководящие указания по внедрению ISO 44001 |
| 11 | 55001 | Управление активами. Системы менеджмента. Требования |
| 12 | 55002 | Управление активами. Системы менеджмента. Руководящие указания по применению ISO 55001 |
| 13 | 56002 | Управление инновациями. Система управления инновациями. Руководство |

С

Латентное (скрытое) качество управления характеризуется патологичностью и инверсионными подходами. *Патологичный подход* идентифицирует качество управления путем оценки уровня патологичности в организации. Патология – это результат накопления и каче-

ственного преобразования неправильных и ошибочных действий в менеджменте, когда неправильные действия «входят в привычку», приобретают характер культурной ценности, волевого правила. Оценивая качество управления, т.е. исследуя его, следует оценить недопустимые состояния в управлении и ситуации, которые могут возникать в компании, если управление плохое. Иными словами, составить перечень того, что недопустимо и чего быть не должно. Оценив бизнес-систему на наличие и степень поражения патологиями менеджмента, можно сделать вывод о том, хорошее или плохое в ней управление. *Инверсионный подход* основан на измерении инверсии менеджмента. Инверсии в менеджменте – это такие изменения в иерархической системе, при котором низший элемент приобретает в ней главенствующие свойства, формально оставаясь на прежней, подчиненной позиции. Например, когда менеджер по разным причинам попадает под влияние своего подчиненного. Такие состояния нарушают один из основополагающих принципов управления – принцип иерархии, что способствует нарастанию напряженности внутри организации и, скорее всего, будет способствовать снижению качества управления. Управление может характеризоваться большим или меньшим уровнем инверсии. Чем меньше степень инверсии, исчисленная с помощью определенного инструментария, чем больше взаимосвязей внутри организации соответствует порядку (первоначально установленному порядку иерархичности), тем выше уровень управляемости и качество управления. Этот подход предполагает аналитическое проникновение в самую «сердцевину» менеджмента: в отношения между людьми в процессе реализации их организационных взаимодействий.

Обобщенный итоговый показатель качества управления представляет собой сумму всех полученных оценок с учетом коэффициентов значимости данных по подходам. Коэффициенты определяют в соответствии со спецификой, типом организации: например, у промышленного предприятия преобладающую роль играет оценка по результатному подходу, у медицинского центра или общепита – стандартный подход и т.д.

Методика оценки качества управления была апробирована представителями научной школы кафедры проектного менеджмента и управления качеством СПбГЭУ на более, чем 100 отечественных и зарубежных предприятиях в период с 2019 по 2023 гг. А также апробация проводилась в рамках учебной практики (научно-исследовательская работа) обучающихся на магистерской программе «Проектный менеджмент и

управление качеством» по направлению 38.04.02. – Менеджмент (табл.3).

Как видно из таблицы 3, итоговые оценки качества управления авторской выборки из тридцати девяти организаций различного типа (коммерческие, некоммерческие, производственные, непроизводственные) имеют следующие значения: высокое качество управления выявлено у 23% предприятий, среднее качество управления у 69% (большинство) и допустимый уровень у 8% (рис.1).

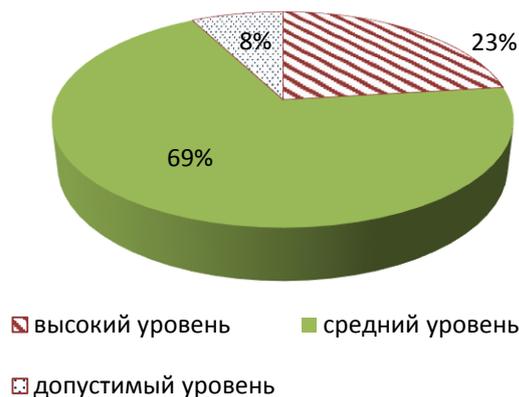


Рисунок 1 – Сводные данные по итоговой оценке качества управления

Вызывает интерес статистика, полученная при разделении предприятий на производственные и непроизводственные (сфера оказания услуг): высокий уровень качества управления (итоговая оценка) выявлен у 20% производственных предприятий и у 16,6% непроизводственных компаний (рис.2).

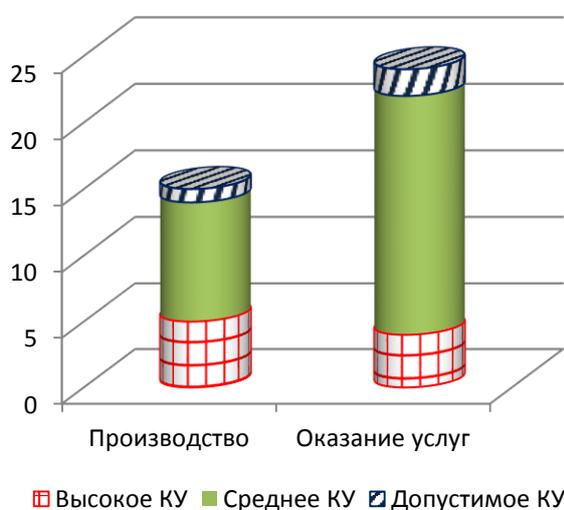


Рисунок 2 – Оценка качества управления предприятий и организаций

Проведен анализ полученных данных в рамках каждого подхода – рисунок 3. При этом стоит отметить, что в стандартном подходе не участвовали в оценке 7 организаций, что составило 18% от общего числа объектов исследования.

Также выявлена взаимосвязь итогового значения качества управления с показателями по подходам, а результаты оценки качества управления с использованием различных подходов в большинстве случаев не противоречат друг другу.

Как можно убедиться, такая методика носит комплексный характер оценки, охватывает все виды управленческой деятельности в организации, а также и количественные показатели в рамках результатного подхода, построенного на основе системы сбалансированных показателей. Полученные результаты, как по каждому из подходов, так и обобщенный итоговый, интерпретируются как выявление проблемных зон в текущем функционировании, которые могут стать потенциальным препятствием на пути цифровой трансформации. Авторы рекомендуют проводить данную оценку перед проведением мероприятий по цифровизации или внедрением новых цифровых технологий. При получении результата «недопустимо низкий», «низкий», «допустимый» (по подходам и/или общем коэффициенте качества

управления) следует более детально изучить те показатели, которые негативно повлияли на итог.

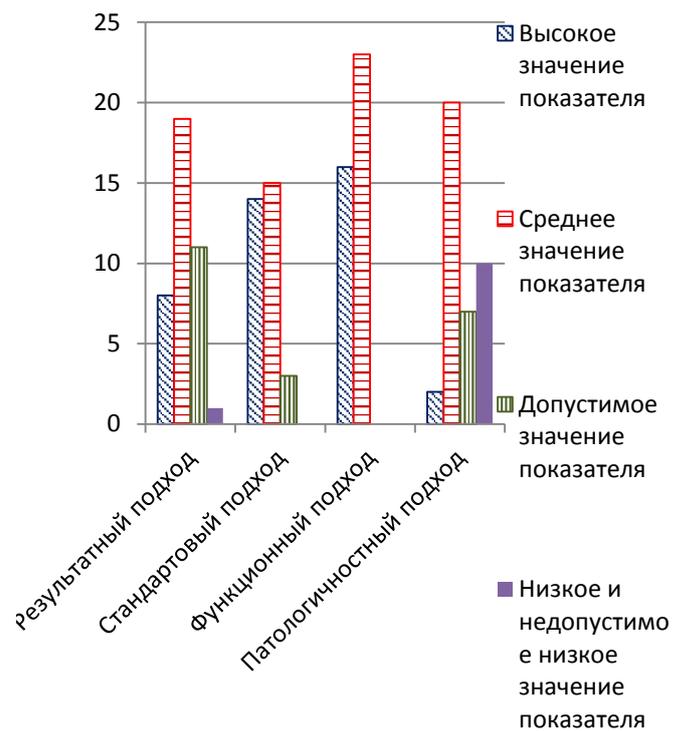


Рисунок 3 – Данные показателей по подходам к оценке качества управления

Таблица 3 – Сводные результаты оценки качества управления современных предприятий и организаций

| № п/п | Наименование организации | Результатный подход | Стандартный подход | Функционный подход | Патологичностный подход ¹ | Итоговая оценка КУ |
|-------|--------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| 1 | Аэрофлот | средний | высокий | Средний/высокий ² | допустимый | средний |
| 2 | Отель 3* | средний | высокий | средний | средний | средний |
| 3 | Мегафон | средний | средний | Средний/высокий | средний | средний |
| 4 | Nike | средний | средний | средний | средний | средний |
| 5 | Диалог Терминал-Сервис | Средний/допустимый | средний | средний | средний | допустимый |
| 6 | Сургутнефтегаз | средний | высокий | высокий | средний | Средний/высокий |
| 7 | Северсталь | средний | высокий | высокий | низкий | высокий |
| 8 | Магнит | Средний/допустимый | высокий | средний | Средний/допустимый | средний |
| 9 | Лукойл | высокий | средний | средний | допустимый | средний |
| 10 | Россети | средний | - ³ | средний | допустимый | допустимый |
| 11 | СПбГЭУ | допустимый | высокий | средний | допустимый | допустимый |
| 12 | Газпром | допустимый | - | средний | допустимый | Средний/допустимый |

¹ Чем ниже, тем лучше

² Результат на границах интервалов

³ Согласно методике расчета показателя по стандартному подходу, если в организации используется менее семи приведенных стандартов в области менеджмента, то итоговая оценка по подходу обнуляется

| № п/п | Наименование организации | Результатный подход | Стандартный подход | Функционный подход | Патологический подход ¹ | Итоговая оценка КУ |
|-------|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------|
| 13 | Диджитал Дизайн ИТ | допустимый | Средний/ допустимый | средний | Средний/ высокий | Средний/ допустимый |
| 14 | МЦ «Лотос» | средний | - | средний | средний | средний |
| 15 | Adidas | низкий/ допустимый | высокий | высокий | средний | средний |
| 16 | МТС | средний | - | средний | средний | средний |
| 17 | ТГК-1 | средний | средн./ высок | высокий | средний | средний |
| 18 | Bestwatch | средний | высокий | средний | высокий | средний |
| 19 | Юникло | средний | средний | высокий | средний | средний |
| 20 | McDonald's | недопустимо низкий | средний | высокий | средний | средний |
| 21 | ПАО «Газпром нефть» | допустимый | высокий | высокий | низкий | высокий |
| 22 | РЖД | средний | высокий | средн./ высок. | средний | средний |
| 23 | АО «Связь» | высокий | Средний/ допустимый | средний | средний | средний |
| 24 | ООО «Газпромнефть-Снабжение» | допустимый | высокий | высокий | низкий | высокий |
| 25 | ООО «Мегатехника СПб» | средний | средний | средний | низкий | средний |
| 26 | Vambi | допустимый | высокий | высокий | средний | высокий |
| 27 | ООО «Староюрьевский элеватор» | высокий | - | средний | низкий | средний |
| 28 | АО «Полиметалл» | средний | высокий | высокий | низкий | высокий |
| 29 | КА Экспорт | высокий | - | средний | средний | высокий |
| 30 | X5 Group | средний | средний | средний | низкий | средний |
| 31 | ООО «РИВАС» | высокий | средний | средн./ высок | низкий | высокий |
| 32 | ООО «ЛИАШ РАША» | допустимый | средний | средний | низкий | средний |
| 33 | Digital агентство «Aim» | высокий | средний | высокий | допустимый | высокий |
| 34 | ООО «ЛЯ ФЕНЕТРЕ» | допустимый | высокий | средний | средний | средний |
| 35 | ООО «СИКСХЭНДС» | высокий | допустимый | средний | средний | средний |
| 36 | Школа №26 г.Иркутска | допустимый | средний | высокий | допустимый | высокий |
| 37 | СибГУТИ | средний | допустимый | средний | низкий | средний |
| 38 | ООО «Basic Decor» | средний | допустимый | высокий | средний | средний |
| 39 | ПАО «КАМАЗ» | высокий | - | средний | средний | средний |

Литература

- Калязина, Е. Г. Качество менеджмента в проектной организации : учебное пособие / Е. Г. Калязина, Е. Ю. Плешакова, А. Н. Цветков. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – 144 с. – ISBN 978-5-7310-5852-0.
- Калязина Е.Г. Методологические основы цифрового менеджмента // *Лидерство и менеджмент.* – 2023. – Том 10. – № 4. – doi: 10.18334/lim.10.4.119562.
- Мерзлов И.Ю., Шилова Е.В., Санникова Е.А., Сединин М.А. Комплексная методика оценки уровня

- цифровизации организаций // *Экономика, предпринимательство и право.* – 2020. – Том 10. – № 9. – С. 2379-2396. doi: 10.18334/ep.10.9.110856
- Озорнин, С. Ю. Проблемы цифровой трансформации предприятий: управленческий аспект / С. Ю. Озорнин, Н. Г. Терлыга // *Евразийский союз ученых.* – 2020. – № 4-7(73). – С. 49-59.
- Прусова, В. И. Цифровая трансформация российской экономики: проблемы и перспективы / В. И. Прусова, В. В. Безновская, А. В. Аносова // *Экономика и бизнес: теория и практика.* – 2019. – № 4-3. – С. 124-129. – DOI 10.24411/2411-0450-2019-10587.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ УСЛУГ

С.А. Уваров¹, П.А. Волков²

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

²*Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Россия, Санкт-Петербург», 190121, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35.*

В статье обоснована актуальность использования цифровых технологий в сфере услуг, обусловленное высокими темпами развития экономики и социальной сферы. Исследовано понятие цифровой сервитизации и его влияние на конкурентоспособность предприятий. Рассмотрены потенциальные риски цифровой трансформации сферы услуг и представлена их классификация. Представлены пути совершенствования системы обеспечения безопасности предприятий сферы услуг при внедрении инновационных цифровых технологий.

Ключевые слова: сфера услуг, цифровые технологии, система обеспечения безопасности предприятия, цифровая сервитизация.

ENSURING THE SECURITY OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE SERVICE SECTOR

S.A. Uvarov, P.A. Volkov

St. Petersburg State University of Economics",

Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboyedov Canal, 30/32, letter A;

P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, Russia, Saint Petersburg", 35 Dekabristov str., Saint Petersburg, 190121.

The article substantiates the relevance of the use of digital technologies in the service sector, due to the high rates of economic and social development. The concept of digital servitization and its impact on the competitiveness of enterprises is investigated. The potential risks of digital transformation of the service sector are considered and their classification is presented. The ways of improving the security system of service enterprises with the introduction of innovative digital technologies are presented.

Keywords: service sector, digital technologies, enterprise security system, digital servitization.

Значимость применения цифровых технологий в деятельности предприятий сферы услуг на сегодняшний день нельзя переоценить, поскольку область их применения быстро расширяется и становится все более популярным решением, которое может существенно улучшить качество предоставления услуг и повысить эффективность функционирования компаний. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы безопасности использования цифровых технологий в сфере услуг.

Информационные технологии, процессы автоматизации и роботизации сегодня масштабно внедряются в любую отрасль экономики, требуют инновационных решений и безопасного приме-

нения, что подтверждается реализуемыми на сегодняшний день региональным и федеральными Программами.

Важность цифровой экономики как стратегического направления развития отражено в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, которая была утверждена в мае 2017 г. Указом Президента РФ [1]. С октября 2018 г. реализуется национальный проект «Цифровая экономика».

В соответствии с Указами Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» сформирована национальная

¹*Уваров Сергей Алексеевич – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры коммерческой деятельности и торгового бизнеса, тел.: +7-911-260-50-17, e-mail: s_uvarov@mail.ru;*

²*Волков Павел Александрович – кандидат экономических наук, доцент, декан кафедры менеджмента и экономики спорта, тел.: +7-905-205-88-55; e-mail: p.volkov@lesgaft.spb.ru.*

программа «Цифровая экономика Российской Федерации», направленная на формирование условий, необходимых для адаптации и ускоренного внедрения цифровых технологий в экономику и социальную сферу [2].

К задачам данной национальной программы относятся такие как: обеспечение безопасного внедрения цифровых технологий в экономику – федеральные проекты: «Информационная безопасность» и «Нормативное регулирование цифровой среды».

Федеральный проект «Нормативное регулирование цифровой среды» направлен на разработку нормативных правовых актов, которые затрагивают вопросы снижения рисков в процессе внедрения цифровых технологий в экономику РФ и урегулирования сквозных для различных отраслей законодательства аспектов, связанных с идентификацией субъектов правоотношений в цифровой среде, электронным документооборотом, оборотом данных, в том числе персональных [3].

Цифровая сервитизация экономики представляет собой систему

Адаптационный потенциал любого предприятия сферы услуг при осуществлении цифровой сервитизации представляет собой следующее:

- преодоление ограничений в формировании ценности предоставляемых услуг для клиентов;
- возможности адаптации сервиса под меняющиеся запросы клиентов;
- ориентация на предоставления тех видов услуг, которые обеспечивают наибольшую ценность для потребителя;
- возможности повышения уровня конкурентоспособности предприятий сферы услуг, увеличение клиентской базы, расширение ассортимента предоставляемых услуг;
- увеличение степени лояльности потребителей услуг [4].

Все большие темпы в экономике сегодня набирает такая тенденция, как цифровая сервитизация – процесс дематериализации физических ресурсов и переход к услугам, ориентированным на цифровые технологии, создавая интегрированные системы взаимодействия продуктов, услуг и программного обеспечения [5].

Важной задачей цифровой сервитизации является адаптация к внедрению инновационных интеллектуальных систем, с помощью применения таких функций, как мониторинга, управления, оптимизации и других, использующихся в

цифровом формате, создавая и фиксируя ценность продуктового предложения [6].

Несмотря на несомненную ценность возникающих новых возможностей экономики в условиях цифровизации, необходимо остановиться на рисках при использовании цифровых технологий во всех отраслях экономики, и в первую очередь, в сфере услуг, для разработки механизма их минимизации.

На сегодняшний день невозможно представить ни одно предприятие сферы услуг без применения информационных технологий – инструмента улучшения качества предоставления услуг, снижения их стоимости для потребителя, оптимизации процессов их предоставления, обеспечения своевременных корректировок стратегии развития и в целом повышения эффективности работы предприятий сферы услуг. Но только корректное и безопасное их внедрение и использование может послужить потенциалом для развития сферы услуг, поэтому столь важно обратить внимание на совершенствование системы обеспечения безопасности в этой области, для этого рассмотрим существующие риски.

Предлагается следующая классификация рисков в данной сфере: финансовые, технические, связанные с человеческим капиталом, управленческие риски, криминальные.

1. Финансовые риски использования цифровизации в сфере услуг обусловлены высокой стоимостью разработки и внедрения роботизации, автоматизации бизнес-процессов, использования систем управления энергопотреблением. Кроме закупки нового оборудования, программ и технологий это требует вложений в обучение персонала, ежегодное обслуживание, обновление и техническую поддержку. Эти мероприятия, несомненно, повлекут за собой увольнение части персонала, что в первоначальном периоде эксплуатации негативно отразится на бюджете компании в виде выплат компенсаций и пособий.

2. Риски технической составляющей цифровизации бизнес-процессов сферы услуг связаны с их инновационным характером, а наряду с этим – недостаточной защитой от технических сбоев и возможных дефектов систем роботизации и автоматизации в связи с применением технологии больших данных, блокчейна; искусственного интеллекта; Интернета вещей; разработки новых мобильных приложений. Недостаточная их апробация может привести к дополнительным затратам на ремонт, замену оборудования, нарушению графика работы, потери клиентов и дохода предприятия.

3. Риски, связанные с человеческим капиталом в процессе внедрения и применения цифровых технологий, обусловлены важным аспектом – технология не всегда является универсальной и способной заменить ручной труд. Некоторые процессы и услуги, особенно те, которые требуют высокой степени индивидуального подхода и взаимодействия с клиентом, могут быть выполнены только живым человеком. Сокращение штата, увольнение ценных сотрудников, а также несвоевременное обучение персонала новым технологиям может привести к уменьшению качества услуг и ухудшению имиджа компании.

4. Управленческие риски обусловлены низким уровнем менеджмента предприятия, слабым контролем, низкоэффективной стратегией внедрения и использования цифровых технологий в связи с непониманием важности потребностей потребителей услуг в современных технологиях.

5. Криминальные риски – это, как правило, внешние риски, связанные со снижением конкурентоспособности предприятия за счет использования различных техник кибератак, фишинга.

Кроме того, риски цифровых экосистем и платформ можно рассмотреть отдельно для гражданина, субъектов предпринимательства и национальной экономики в целом. Для отдельного гражданина это:

- Злоупотребление отношениями с клиентами;
- Навязывание товаров и услуг;
- Недостаток ответственности платформ за конечные продукты и услуги;
- Ущемление прав потребителей.
- Риски для субъектов предпринимательской деятельности – это, в первую очередь, практики недобросовестной конкуренции.
- Риски для национальной экономики:
 - Кибер-риски,
 - Технологические,
 - Безопасности данных клиентов,
 - Снижение конкурентоспособности национальной экономики с учетом трансграничной специфики развития экосистем/платформ [7].

Большое количество рисков цифровизации экономики, тем более в такой нестабильный для сферы услуг в РФ период, делает необходимым применение инструментов оценки рисков как составляющей системы обеспечения безопасности использования цифровых технологий в сфере услуг, чтобы процесс перехода был максимально эффективным и подконтрольным.

Оценку риска можно делать по уровню вероятности его наступления; по степени величины возможного ущерба от риска; по стоимости затрат, необходимых для устранения ущерба от риска ресурсов [8].

Таким образом, делается оценка тех причин, которые выступают как источник рисков, во внешней и внутренней среде проектной деятельности, влияющих на вероятность наступления нежелательного события, что отрицательно скажется на результате деятельности. [9]. Главной задачей проведения оценки риска является сбор и анализ качественной и количественной информации в условиях неопределенности и конфликтности, необходимой для принятия эффективных управленческих решений в сфере планирования и обеспечения безопасности компании от последствий нанесенных рисков событий [10].

В зависимости от видов рисков по различным классификационным признакам к ним применяются разные методы их оценки. Алгоритм определения метода оценки риска заключается в следующей последовательности: исследование степени влияния внешних и внутренних факторов риска и их анализ; качественная или количественная оценка риска; установление допустимой степени риска; на основе вышесказанного – выработка необходимых мер по снижению данного риска; планирование мероприятий для снижения степени риска на долгосрочный период.

Конечная цель количественной оценки риска заключается в представлении уровня риска в числовом виде. Это может быть, цифровое выражение степени вероятности возникновения риска или расчет возможных потерь от возникновения риска. Как правило, применяются следующие методы: статистический; рейтинговый; аналитический; аналогий; дерева решений [11].

Качественная оценка рисков представляет собой более сложный процесс идентификации факторов, причин возникновения риска, идентификацию и их классификацию, определения негативных влияний, которые требуют быстрого выбора метода реагирования на них [12].

Алгоритм качественной оценки риска включает в себя следующие этапы: идентификация всех потенциальных видов рисков; определение необходимой методики анализа данных рисков и факторов их возникновения по степени влияния; определение возможных зон влияния рисков; исследование негативных последствий отдельных рисков и их совокупного эффекта; потеря дополнительных выгод при неправильно принятом управленческом решении [13].

В заключении хочется сказать, что разработка механизма обеспечения безопасности применения цифровых технологий в сфере услуг требует, в первую очередь, использования метода моделирования, оценки и контроля рисков цифровизации. Выбор самого подходящего механизма зависит от конкретных потребностей каждого предприятия, вида его деятельности, если использовать технологии корректно и эффективно, они могут быть потенциалом для повышения эффективности функционирования сферы услуг в любой области.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы». [Электронный ресурс]. URL <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 15.02.2023)
2. Официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm_referer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 03.04.2023)
3. Официальный сайт Министерства экономического развития России [Электронный ресурс]. URL https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarsvennoe_upravlenie/normativnoe_regulirovanie_cifrovoy_sredy/ (дата обращения: 08.02.2023)
4. Чернова О.А. Концепция цифровой сервитизации в развитии адаптационных возможностей промышленных предприятий // Российские регионы в фокусе перемен: Сборник докладов XVII Международной конференции. Екатеринбург, 17–19 ноября 2022 года. Екатеринбург: Издательство: ООО Издательский Дом «Ажур», 2023. С. 408-410
5. Sklyar A., Kowalkowski C., Tronvoll B., Sorhammar D. Organizing for digital servitization: A service ecosystem perspective // Journal of Business Research. 2019. Vol. 104. P. 450–460. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.02.012> (дата обращения: 28.01.2023)
6. Карпова Г.А., Хорева Л.В., Шраер А.В. Проблемы цифровой трансформации сферы услуг: инновационный, экономический и социальный аспекты // Журнал правовых и экономических исследований. Journal of Legal and Economic Studies, 2023, №2. С. 192–201
7. Официальный сайт Министерства экономического развития России [Электронный ресурс]. URL https://www.economy.gov.ru/material/departments/d31/konceptsiya_gos_regulirovaniya_cifrovyyh_platform_i_ekosistem/riski_cifrovyyh_ekosistem_i_platform/ (дата обращения: 08.02.2023)
8. В Сочи создадут интернет-портал и приложение для туристов [Электронный ресурс] – URL: <https://kubnews.ru/obshchestvo/2021/05/31/v-sochisozdadut-internet-portal-i-prilozhenie-dlya-turistov/> (дата обращения: 11.06.2022)
9. Трофимов В. В. Управление проектами [текст] Управление проектами : учебное пособие / В.В. Трофимов. – 2-е изд. испр. и доп. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2019. – С.113
10. Методы количественного и качественного оценивания риска [Электронный ресурс] – URL: https://studbooks.net/67942/menedzhment/metody_kolichestvennogo_kachestvennog_o_otsevaniya_riska (дата обращения: 15.07.2021).
11. Вяцкова Н. А. Классификация методов анализа и оценки рисков // Актуальные вопросы современной науки. 2014. № 33. С. 103-122
12. Управление рисками проекта [Электронный ресурс] – URL: <https://blog.iteam.ru/upravlenie-riskami-proekta/> (дата обращения: 04.05.2023)
13. Марцыновский Д. Обзор основных аспектов риск-менеджмента [Электронный ресурс] – URL: https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/main_meths.shtml (дата обращения: 04.05.2023)

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СЕТЕВАЯ ЭКОНОМИКА КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Д.В. Корниенко¹, С.В. Мишина²

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

Статья посвящена описанию реализации кроссплатформенного специализированного программного обеспечения для непосредственно участвующих в построении и использовании сети сотрудников компании, способного полностью или существенно нивелировать проблемы человеческого фактора при нахождении на объекте и сократить время перебоев в сети в момент проведения технических работ. Несмотря на простоту в проектировании и реализации, были получены данные, характеризующие значительное сокращение времени проводимых работ, а также существенное уменьшение количества ошибок при перестроении сегментов сети.

Ключевые слова: компьютерные сети, сетевая экономика, отказоустойчивость сетей, средства автоматизации и оповещения, Python, Kivy.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND NETWORK ECONOMY AS A FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT

D.V. Kornienko, S.V. Mishina

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

The article is devoted to a description of the implementation of cross-platform specialized software for company employees directly involved in the construction and use of the network, which is capable of completely or significantly eliminating human factor problems while on site and reducing the time of network outages during technical work. Despite the simplicity of design and implementation, there was evidence of a significant reduction in time, as well as a significant reduction in the number of errors when reconfiguring network segments.

Keywords: computer networks, network economy, network resilience, automation and alerting tools, Python, Kivy.

Современный бизнес характеризуется постоянным ростом возможностей компаний, не прекращающимся расширением глобальной конкуренции, повышением уровня требований заказчиков, революционными изменениями в производстве и технологиях. Принимая во внимание эти изменения, компании во всем мире изменяют способы организации и управления своим бизнесом. Одним из ярких примеров современного бизнеса является возникновение сетевой экономики. Под сетевой экономикой понимается экономика, основная деятельность которой реализуется с помощью электронных сетей (цифровых телекоммуникаций). Технологически сетевая экономика представляет собой электронную коммуникативную среду [7], в которой компании могут контактировать между собой по поводу совместной хозяйственной деятельности.

Сетевая экономика включает в себя значительное число компьютеров, объединенных в кор-

поративные сети, программные приложения и человеческие ресурсы, участвующие в создании открытой и доступной сетевой среды.

Первостепенной сетевой средой, которая используется сетевой экономикой в процессе своей деятельности, является глобальная сеть Интернет. В литературе, посвященной описанию сетевой экономике зачастую встречается термин “Интернет-экономика” и многие авторы рассматривают экономику, в качестве Интернет-экономики, поскольку наиболее яркие изменения, присущие новой экономической среде и наибольший экономический рост замечен именно в области работы с глобальной сетью, в области применения Интернет-технологий. Таким образом, “Интернет-экономика” - это всё та же сетевая экономика, но использующая только сети Интернет. В связи с этим остро встает вопрос о компаниях, обеспечивающей работу с клиентами и задачами которых является бесперебойное и качественное оказание услуг. В случае с IT-компаниями разного класса и масштаба основной составляющей будет

¹Корниенко Дмитрий Васильевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности, тел.: +7 960-152-00-20, e-mail: dmkornienko@mail.ru;

²Мишина Светлана Викторовна – старший преподаватель кафедры экономики и управления им. Н.Г. Нечаева, тел.: +7 960-140-02-29, e-mail: svmishina2017@mail.ru.

являться постоянное бесперебойное оказание соответствующих услуг, а также обеспечение максимально быстрого восстановления работоспособности предоставляемых сервисов в случае их поломки или иного непредвиденного обстоятельства [1].

Для этих целей применяется разнообразный арсенал аппаратных и программных средств. Некоторые из них поддерживают стабильность работы на аппаратном уровне с целью обеспечения избыточности резервирования сред передачи информации или аппаратных вычислительных средств. К таким можно отнести резервирование каналов связи посредством организации дополнительных информационно-физических соединений методом прокладки параллельного кабеля. В плане организации бесперебойной работы аппаратных средств также применяется кластеризация серверного оборудования [8], призванная создать единую отказоустойчивую сеть, распределяющую нагрузку и способную обеспечить полное сохранение работоспособности при значительных проблемах вплоть до полного отключения одной или нескольких (в зависимости от их количества) вычислительных машин.

Говоря о программных реализациях сохранения работоспособности сети, следует упомянуть о резервах горячей и холодной замены вышедших из строя серверных программных компонентов. Данное решение, в свою очередь, позволяет в автоматическом или ручном режиме максимально быстро передать информацию для обработки на другой физический сервер в случае отключения процесса, обеспечивающего обработку поступающей информации, или полной остановки работы необходимого сервиса. Вторым примером данного типа реализации повышенной отказоустойчивости является постоянный мониторинг работоспособности критически важных процессов вычислительных систем на конкретных вычислительных машинах. Таким образом, на каждой машине кластера запущен отдельный сервис, который в реальном времени отслеживает все изменения в поведении дочернего сервиса. В случае некорректной работы, непредвиденного отключения или чрезмерно долгого времени отклика процесс-родитель перезапускает дочерний процесс до тех пор, пока его работа не будет налажена [2].

Исходя из этого, мы получаем практически полный комплекс программно-технических средств реализации отказоустойчивости вычислительного оборудования и введения в работу замены в случае невозможности сохранения стабильной работы действующей сети.

Исходя из вышеописанного, мы имеем следующий алгоритм взаимодействия аппаратно-программных комплексов мониторинга и резервирования систем:

- этап физического резервирования отслеживает в реальном времени повреждения сетей передачи информации. В спокойное время может использоваться в качестве средства увеличения ширины канала с целью уменьшения времени задержек передачи пакетов и расширения общедоступной пропускной способности. В случае обнаружения каких-либо проблем в автоматическом или ручном режиме весь проходящий трафик концентрируется на едином физическом канале. Поскольку весь данный процесс занимает не более секунды, абонент испытывает неудобства лишь в кратковременном увеличении задержек ответов на ICMP-запросы [4];

- этап программного контроля и возобновления работы сервисов. Данный этап служит исключительно для постоянного отслеживания корректности выполнения заданий запущенными служебными сервисами. В случаях, когда кабельная или иная система передачи данных доступна и не вызывает каких-либо сбоев, служебные сервисы, необходимые для предоставления разного рода услуг, могут давать программные сбои в силу различных непредвиденных обстоятельств. Отслеживая их поведение, специализированный процесс имеет все разрешения на остановку, запуск и изменение параметров иных процессов. Когда обнаруживается сбойный процесс, происходит попытка его перезагрузки. В случае отказа в обслуживании недоступный процесс будет перезапускаться с различными параметрами запуска и конфигурации с целью возобновления полной или высокой степени работоспособности. Данные попытки продолжаются ограниченное время, после чего сигнал передается на следующий этап;

- этап замены. Подразумевает собой ввод в эксплуатацию иного экземпляра сбойного сервиса на другой физической платформе или полный запуск холодного резерва, представляющего собой идентичную настроенную копию вычислительной машины с параллельным выводом из эксплуатации проблемного узла сети.

Однако, несмотря на обилие средств автоматизации, имеется преимущественное обилие задач, требующих непосредственного мониторинга и вмешательства со стороны сотрудников компании. Такие задачи, как правило, подразумевают непосредственное вмешательство в логическую систему сети и ее значительное изменение. Одной из таких задач является замена оборудования уровня доступа, а в частности L2-свитчей. Помимо временного полного прекращения работоспособности сети на данном участке возникает крайне большая вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Во время проведения работ зачастую могут возникнуть ситуации, когда кабельная система оказывается неправильно сконмутирована или же вовсе не подключена.

С целью предотвращения подобных случаев нами было написано программное обеспечение, которое позволяет проводить проверку правильности коммутации кабельных сетей на участке уровня доступа. Основной задачей данного программного обеспечения является сохранение данных о физических адресах абонентов на каждом порту коммутатора уровня L2 с их последующим сравнением с результатами, полученными после непосредственного вмешательства в кабельную подсистему. Поскольку работоспособность приложения должна быть обеспечена как на стационарных машинах, так и на переносных устройствах, было принято решение разработать данное программное обеспечение на универсальной платформе. По большому счету, за основу можно было взять ряд иных программных средств на основе протокола ARP [3], написанных иными людьми. Однако, в нашем конкретном случае необходимо не просто запомнить наличие физических адресов, но также и обеспечить функционал хранения, сравнения и, самое главное, сопоставления адресов конкретному порту коммутатора в указанный момент времени с указанием ошибок. Было просмотрено большое количество подобного ПО, но в итоге было принято решение написания программы своими силами.

Для нашего проекта мы выбрали язык программирования Python3.10 и библиотеку Kivy для компиляции приложений с графическим интерфейсом для Android и IOS. Данный выбор обусловлен тем, что Python является крайне востребованным и легким в написании скриптовым языком программирования. Он крайне универсален и по этой причине подходит для решения самых разнообразных задач на многих программных платформах: начиная с IOS и Android и заканчивая десктопными и серверными операционными системами.

В свою очередь библиотека Kivy является бесплатным фреймворком с открытым исходным кодом для разработки мобильных приложений и другого прикладного программного обеспечения с поддержкой мультитач с естественным пользовательским интерфейсом NUI. Он распространяется на условиях лицензии MIT и может работать на всех известных операционных системах.

Первым шагом мы приступили к разработке консольного программного обеспечения для стационарных вычислительных машин, поскольку в рамках рабочих станций компании не будет требоваться установка дополнительных модулей или компиляция приложения. Общий алгоритм программы выглядит следующим образом:

- блок проверок подключения. На данном этапе производятся различные проверки доступности сетей как общего пользования, так и служебных сетей управления коммутаторами;
- блок установки соединения. Очередная проверка доступности конкретного коммутатора

в случае недоступности - вывод советов по подключению и непосредственный вход в консольный интерфейс свитча;

- сохранение исходного состояния портов. Запись mac-адресов, vlan и номера порта;
- сохранение состояния портов после внесения изменений. Шаг, аналогичный предыдущему;
- блок сравнения результатов и вывод сообщения об ошибках. Завершающим этапом необходимо сверить записи до вмешательства в кабельную систему и после. Следом необходимо вывести отчет об ошибках с указанием конкретного места, в котором необходимо произвести правки.

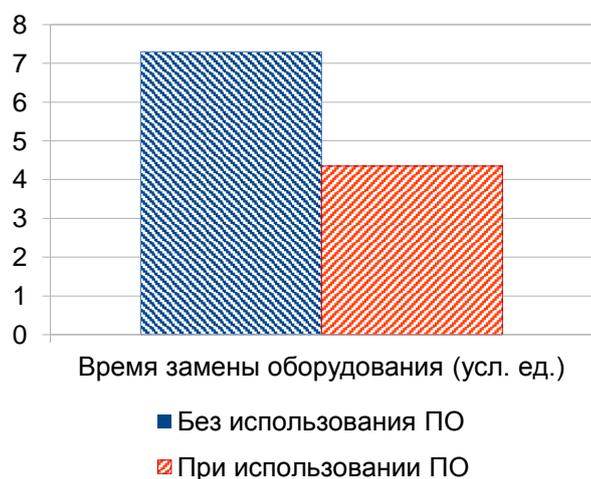
Реализация первого пункта в большинстве своем основана на ICMP запросам к разным ресурсам сети. Таким образом, ping до DNS-серверов различных мировых компаний позволяет убедиться в наличии доступа к глобальной сети (листинг 1). Аналогичные запросы до конкретных доменов в сети говорят о работоспособности собственных DNS-серверов. Завершающим этапом будет непосредственная организация ICMP-запросов в корпоративную сеть, что позволит проверить доступ с возможностью управления [5].

```
def loading(self):
    Thread(target=self.running, daemon=True).start()
def running(self):
    self.get.disabled = True
    self.monitor.font_size = 30
    self.monitor.text = 'Запуск по-
тока...[color=6df500]OK[/color]'
    response = os.system("ping -c 5 " + '8.8.8.8')
    if response == 0:
        self.monitor.text = self.monitor.text +
'\nВыход в интернет...[color=6df500]OK[/color]'
```

Листинг 1 – Проверка подключения к глобальной сети

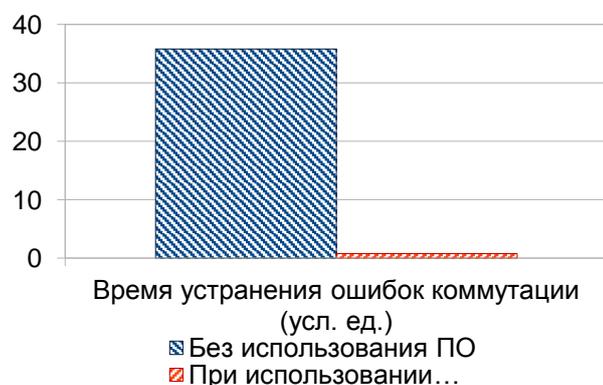
Следует отметить, что при организации подобных мероприятий нельзя использовать единичные значения для каждого этапа проверок. Иными словами, каждый запрос должен дублироваться на аналогичный сервис, чтобы произвести проверку даже в случае сбоя на самом запрашиваемом узле.

Начальная составляющая второго пункта во многом идентична первому, за исключением того, что ICMP-запросы идут уже непосредственно на коммутатор с целью проверки его доступности (листинг 2). Если по результатам проверки получается положительный результат, в дело вступает функция, единственная задача которой — подключение к L2-свитчу при помощи telnet сессии [6]. Для реализации данного функционала использована библиотека telnetlib. После успешного установления соединения пользователю предоставляется выбор из двух пунктов (из трех в мобильной версии приложения).



Источник: *рассчитано автором с использованием статистики выездов инженеров*

Рисунок 1 – График времени замены оборудования



Источник: *рассчитано автором с использованием статистики выездов инженеров*

Рисунок 2 – График времени устранения ошибок коммутации

Говоря о взаимодействии персонала технического отдела, необходимо сделать замечание, что в связи с использованием приложения непосредственно инженерами, сокращается количество звонков к системным администраторам, сетевым и ведущим инженерам, что в свою очередь позволяет вышеперечисленному персоналу увеличить время работы с другими задачами.

Переходя к недостаткам, отметим сугубо специфический момент, связанный с типами шифрования. В ходе реального использования было обнаружено, что телефоны фирмы OnePlus с операционной системой Android 13 неспособны активировать соединение с коммутаторами вне протокола IPsec. Однако, данная проблема решается настройкой оборудования на стороне провайдера и частной проблемой конкретного телефона.

Потому в рамках статьи и выбранной организации ей можно пренебречь.

Таким образом мы решили одну из главных проблем, а именно человеческий фактор. Какими бы хорошими не были все технические средства, они нуждаются в обслуживании человеком, который, в свою очередь, крайне склонен к ошибкам. Данным небольшим программным решением мы исключили возможность физической ошибки, что при замене коммутаторов обеспечивает быструю и качественную работу по обслуживанию сетевого оборудования.

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616520 Российская Федерация. Программа определения важности узлов компьютерной сети при оценке защищенности компьютерной сети от информационно-технических воздействий : № 2021613419 : заявл. 18.03.2021 : опубл. 22.04.2021 / М. М. Добрышин, Д. Е. Шугуров, В. С. Шумилин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации".
2. Шарафутдинов, А. Г. Компьютерные сети. Виды компьютерных сетей / А. Г. Шарафутдинов, Я. С. Буларина // Экономика и социум. – 2014. – № 2-4(11). – С. 1180-1181.
3. Трипута, В. Н. Протокол разрешения адресов ARP: от теории к практике / В. Н. Трипута, Е. В. Жилина // . – 2015. – № 1. – С. 523-528.
4. Семенов, Ю. А. Протоколы и алгоритмы маршрутизации в Интернет / Ю. А. Семенов. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 998 с. – ISBN 978-5-94774-707-2.
5. Малютин, А. Г. Технологии и протоколы инфокоммуникационных систем и сетей : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ / А. Г. Малютин ; Министерство транспорта Российской Федерации, Федеральное агентство железнодорожного транспорта, Омский государственный университет путей сообщения. – Омск : Омский государственный университет путей сообщения, 2016. – 41 с.
6. Малютин, А. Г. Базовые протоколы стека TCP/IP : Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы / А. Г. Малютин. – Омск : Омский государственный университет путей сообщения, 2021. – 36 с.
7. Шалыпина М. А. Управление ресурсным взаимодействием в кластерно-сетевой экономике / М. А. Шалыпина, А. В. Сербулов. – Калининград : Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-9971-0640-9. – DOI 10.5922/978-5-9971-0640-9.
8. Шебеко К. К. Развитие информационно-коммуникационных технологий и сетевой экономики в Беларуси и соседних странах / К. К. Шебеко, Д. К. Шебеко // Экономика и качество систем связи. – 2023. – № 1(27). – С. 13-20.

КАДРОВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРОПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА: ОЦЕНКИ, ДИНАМИКА, РИСКИ

И.А. Антипин¹, Е.А. Шишкина²

*Уральский государственный экономический университет,
Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45.*

В статье проведено исследование кадровой безопасности старопромышленного региона и муниципальных образований в его составе на примере Свердловской области. Проанализированы параметры, характеризующие состояние рынка труда и результаты труда, выявлены разрывы показателей в пространстве региона и по видам экономической деятельности. Систематизированы угрозы и риски кадровой безопасности старопромышленного региона и сформулированы предложения по их минимизации.

Ключевые слова: экономическая безопасность, регион, кадровая безопасность, риски, рынок труда, экономическое пространство, муниципальные образования

PERSONNEL SECURITY OF THE OLD INDUSTRIAL REGION: ASSESSMENTS, DYNAMICS, RISKS

I.A. Antipin, E.A. Shishkina

Ural State University of Economics, Russia, 620144, Yekaterinburg, st. March 8/Narodnaya Volya, 62/45.

The article studies the personnel security of an old industrial region and municipalities in its composition on the example of the Sverdlovsk region. The authors analyzed the parameters characterizing the state of the labor market and labor results, identified gaps in indicators in the region, by type of economic activity. The article systematizes the threats and risks of personnel security in the old industrial region and formulates proposals for their minimization.

Keywords: economic security, region, personnel security, risks, labor market, economic space, municipalities

Введение

В настоящее время исследование вопросов кадровой безопасности региона приобретает особую актуальность в связи с увеличением демографической нагрузки, изменением структуры населения и его старением, нарастанием геополитической, экономической нестабильности, оказывающими влияние на миграцию населения, структуру занятости, а также процессами цифровизации, меняющими условия труда. Данные вопросы нашли отражение в работах многих ученых.

Влияние новых экономических условий на структуру занятости, безработицы в регионах и соответствующие риски анализирует в своих исследованиях Н.В. Зубаревич [1]. Боровских Н.В. и Кипервар Е.А. [2] рассматривают кадровую безопасность региона как элемент его экономической безопасности, выделяют демографические и социально-экономические угрозы кадровой безопасности региона на примере Омской области. Анализ кадрового потенциала региона посвящена работа Кудряшовой М.Г. и ее коллег [3]. Во-

просы обеспечения кадровой безопасности отдельных секторов региона исследуют такие ученые как Семиколенова М.Н., Рудакова Т.А. [4], Ибрагимов Ш.Р. [5], Карсунцева О.В., Буркина Т.А. [6]. Сравнительному анализу кадровой безопасности регионов в развитых, развивающихся и периферийных странах посвящена статья Е.В. Дробот и ее коллег [7], авторами сделан вывод, «что при отсутствии восходящего тренда развития социально-экономической системы региона все меры по формированию его кадровой безопасности будут носить односторонний и явно недостаточный временный характер, не приводящий к долговременным улучшениям» [7, С. 1501]. Си-мионеску М., Кривокора Е., Фурсов В., Астахова Е. [8] проведено исследование факторов развития трудового потенциала регионов с учетом их дифференциации. Особенности структуры занятости, трудовых ресурсов старопромышленного региона также исследованы в трудах ученых [9; 10; 11]. Многоплановое освящение в научных работах получили вопросы кадровой безопасности региона в цифровой экономике [12; 13].

¹Иван Александрович Антипин – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой региональной, муниципальной экономики и управления, тел.: +7 (908) 637-96-88, e-mail: aia87@mail.ru, SPIN код: 9822-9096;

²Елена Александровна Шишкина – кандидат экономических наук, доцент кафедры региональной, муниципальной экономики и управления, e-mail: le_gre@mail.ru, SPIN код: 4795-8400.

Таким образом, современные исследования кадровой безопасности региона сфокусированы в следующих направлениях: изучение факторов обеспечения кадровой безопасности, ее угроз и рисков, выявление межрегиональной, внутрирегиональной отраслевой специфики кадровой безопасности, исследование влияния новой экономической реальности на состояние рынка труда, появление региональных кадровых рисков и угроз. При этом большинство работ представляют результаты исследований на примере субъектов РФ, в то время как изучение кадровой безопасности на муниципальном уровне носит ограниченный характер. Цель исследования – провести исследование кадровой безопасности промышленного региона и муниципальных образований в его составе.

Материалы и методы

Объектом исследования выступили Свердловская область и муниципальные образования в ее составе.

Предмет исследования – показатели, характеризующие кадровую безопасность региона и муниципальных образований в его составе.

Алгоритм исследования включает следующие этапы:

1. Провести оценку показателей, характеризующих кадровую безопасность региона и его муниципальных образований.
2. Проанализировать масштабы и динамику разрывов показателей в пространстве региона.
3. Классифицировать риски и угрозы кадровой безопасности по типам муниципальных образований, видам экономической деятельности.
4. Идентифицировать риски кадровой безопасности региона, обусловленные наличием разрывов, и предложить способы их минимизации.

Для анализа предлагается использовать показатели, характеризующие состояние рынка труда (численность работников организаций, уровень зарегистрированной безработицы, занятость населения, численность безработных граждан) и результаты труда (среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, дифференциация заработной платы, просроченная задолженность организаций по заработной плате).

Методы исследования – оценка динамики, сравнительный анализ, расчет относительных, средних величин, системный, экспертный анализ.

Информационную базу исследования составили данные официальной статистики, нормативно-правовые акты органов государственной власти, данные информационно-аналитических агентств, экспертные оценки, полученные авторами. Период исследования 2021-2023 гг., что

позволит учесть современные факторы формирования рынка труда, в т.ч. постковидный период, а затем геополитическую нестабильность.

Результаты

По мнению ведущих ученых [9; 11] Свердловская область представляет классический старопромышленный регион страны, кадровая безопасность которого является одним из важнейших условий обеспечения его экономической безопасности, при выборе направлений структурных преобразований, диверсификации экономики.

Рассмотрим динамику показателей, характеризующих кадровый аспект безопасности и применяемых для оценки состояния экономической безопасности Российской Федерации (в соответствии со Стратегией экономической безопасности Российской Федерации до 2030 года: утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 года № 208). Так, среди 40 основных оценочных показателей более 23 % (9) могут быть применены для оценки кадровой безопасности. Однако анализ этих параметров на основе данных официальной статистики ограничен отсутствием регионального разреза многих показателей и несвоевременностью («запаздыванием») данных – многие представлены по состоянию на 2020 г. и ранее.

В 2022 г. индекс производительности труда Свердловской области по всем видам экономической деятельности составил 101,1 % , что выше значения предыдущего периода (99,5 %), но несколько ниже показателей по РФ в целом (2021 г. – 99,6 %, 2022 г. – 103,7 %).

В июле 2023 г. численность рабочей силы в возрасте 15 лет и старше в Свердловской области составила 2146,5 тыс. человек (в т.ч. 2103,9 тыс. чел. - занятые, 42,6 тыс. чел. – безработные) или 61,9% от общей численности населения области. Уровень безработицы в августе 2023 г. по региону в целом составил 2,0 %, что ниже аналогичного показателя за август 2022 г. на 42,2 %.

Отметим, что уровень безработицы среди сельских жителей (2,6%) превышал уровень безработицы среди городских жителей (1,9%). Общая численность безработных (в возрасте 15 лет и старше) в июле 2023 г. составила 42,6 тыс. человек. Основные способы поиска работы систематизированы на рис. 1. Структура безработных (по данным за первое полугодие 2023 г.) имеет следующие особенности: в возрасте 15 лет и старше доля женщин составила 46,6%, городских жителей – 81,9%, молодежи до 25 лет – 46,8%, лиц, не имеющих опыта трудовой деятельности, – 47,3%.

В тоже время уровень безработицы по муниципальным образованиям региона остается дифференцированным, рассмотрим динамику показателей за исследуемый период.

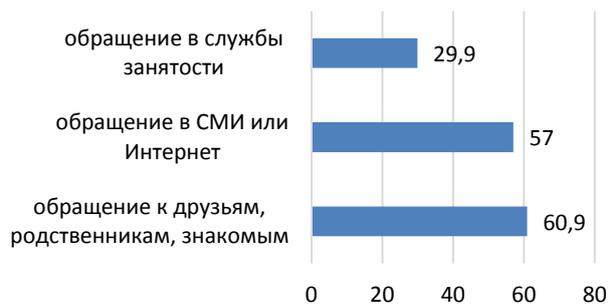


Рисунок 1 – Распределение безработных по способу поиска работы, %

Примечание: составлено авторами. Источник: Данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области [https://66.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Занятость%20и%20безработица\(64\).pdf](https://66.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Занятость%20и%20безработица(64).pdf)

Уровень зарегистрированной безработицы на 1 января 2022 г. в среднем по региону составил 1,1 %. Наибольшие значения (по данным Департамента по труду и занятости населения Свердловской области) имели Камышловский муниципальный район (3,6 %), Гаринский городской округ (3,6 %), наименьшие показатели были у Полевского городского округа (0,5 %) и городского округа Нижний Тагил (0,5 %), муниципальное образование «город Екатеринбург» (0,5 %).

На начало 2023 г. в среднем по региону показатель безработицы – 0,8 %, наибольшие значения у Слободо-Туринского муниципального района (2,4 %), Кировградского городского округа (2,6 %), наименьшие показатели были у Полевского городского округа (0,3 %) и городского округа Дегтярск (0,3 %).

По состоянию на 1 июля 2023 г. в среднем по региону составил 0,7 %, наибольшие значения имели Таборинский муниципальный район (4,3 %), Гаринский городской округ (3,5 %), наименьшие показатели (0,3 %) были у пяти муниципальных образований.

Анализ динамики численности безработных позволит оценить разрывы показателей в пространстве региона в целом. Для оценки разрывов предлагается использовать следующие параметры: величина разрыва (R) и коэффициент разрыва (K_r). Расчет производится по следующим формулам: $R = X_{\max} - X_{\min}$, $K_r = X_{\max} / X_{\min}$, где X_{\max} – максимальное значение показателя среди муниципальных образований, X_{\min} – соответствующее минимальное значение.

На конец августа 2023 г. численность безработных граждан в Свердловской области составила 14,8 тыс. чел., всего в органах службы занятости населения состояло на учете 18,4 тыс. не занятых трудовой деятельностью граждан. Изменение численности безработных в Свердловской области в 2021-2023 гг. характеризуется снижением

на 34,1%, в т.ч. за период 1.01.2022-1.01.2023 на 6756 чел. (29,1%).

В разрезе муниципальных образований изменение численности безработных граждан имеет следующие особенности:

- в 2021 г. наибольшая численность безработных граждан (по абсолютным показателям) зафиксирована МО «город Екатеринбург» (3748 чел.), в городе Каменск-Уральский (1738 человек), город Нижний Тагил (881 человек), наименьшие показатели были у ГО Пелым (15), ГО Верхнее Дуброво (23), общий разрыв показателей составил 3733 чел.;

- в 2022 г. МО «город Екатеринбург» (3336 чел.) город Каменск-Уральский (1429 человек), город Нижний Тагил (648 чел.) имели наибольшие значения численности безработных граждан (по абсолютным показателям), наименьшие значения – ГО Пелым (15 чел.), ГО Верх-Нейвенский (16 чел.), разрыв показателей - 3321 чел.;

- за период январь-июль 2023 г. наиболее высокая численность безработных – МО «город Екатеринбург» (2789 чел.), городах Каменск-Уральский (1263 человек), город Нижний Тагил (499 чел.), наименьшая – в ГО Староуткинск (10 чел.), ГО Верхнее Дуброво (10 чел.), разрыв показателей – 2779 чел.

За период 2021-2023 гг. разрыв состав муниципальных образований с максимальной и минимальной численностью безработных остается постоянным, разрыв между указанными показателями сокращается, что обусловлено снижением максимальных значений величин.

Выявленные особенности состояния и динамики численности безработных и уровня безработицы показывают ее максимально низкие значения, что с учетом демографических тенденций в регионе, усиливает риски дефицита кадров особенно в некоторых отраслях и видах деятельности. Для анализа состояния кадровой безопасности в пространстве региона следует проанализировать показатели численности работников организаций.

За период 2021-2023 гг. среднесписочная численность работников организаций Свердловской области (без субъектов малого предпринимательства и организаций, средняя численность работников которых не превышает 15 человек) увеличилась на 1,1 % и составила 1071613 человек. В течение исследуемого периода наибольший удельный вес в структуре работников имели город Нижний Тагил, городской округ Первоуральск, город Каменск-Уральский, муниципальное образование «город Екатеринбург», при этом если доля городов Первоуральск и Каменск-Уральский постоянна (3,1 и 4,6 % соответственно), то доля Екатеринбурга увеличилась на 0,5 % (и составила 42,8 % от общей численности), а доля Нижнего Тагила сократилась на 0,3 % (9,9

% от общей численности в регионе в 2023 г.). Изменение среднесписочной численности работников организаций по отдельным муниципальным образованиям Свердловской области остается высоко дифференцированной: более 40 % территорий имели отрицательную динамику показателя, максимальное снижение (более 50 %) выявлено в сельских поселениях.

Проведенный анализ состояния и динамики показателя численности работников организаций позволяет сделать выводы, что отрицательная динамика показателя в большинстве муниципальных образований предопределяет возможный рост неполной занятости, дефицита рабочей силы, особенно в сельских территориях и малых городах. Решение указанных задач осложняется

неблагоприятной динамикой численности населения региона (в 2022 г. – естественная убыль составила – 4,5 промилле, миграционный отток – 5132 чел.).

Фактором, усиливающим (или ослабляющим) кадровую безопасность в пространстве региона, является оценка результатов труда, которая может быть измерена показателем заработной платы. В июле 2023 г. уровень среднемесячной начисленной заработной платы в Свердловской области составил 62718,0 рубль, что ниже среднероссийского уровня за аналогичный период на 12,2 % (8701 руб.). Несмотря на ежегодный прирост заработной платы в регионе, ее уровень в среднем отстает от среднероссийского на 15,4 % (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников по полному кругу организаций, рублей

| Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата | Период | | | | Динамика, % | | |
|---------------------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|-------------|-----------|------------|
| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023* | 2021/2020 | 2022/2021 | 2023*/2022 |
| РФ | 51344 | 57244 | 65338 | 71419 | 111,5 | 114,1 | 109,3 |
| Свердловская область | 43256 | 48590 | 55308 | 62718 | 112,3 | 113,8 | 113,4 |
| Величина разрыва | -8088 | -8654 | -10030 | -8701 | 107,0 | 115,9 | 86,7 |
| Коэффициент разрыва | 0,84 | 0,85 | 0,85 | 0,88 | 100,8 | 99,7 | 103,7 |

*по данным за июль 2023 г., разрывы рассчитываются как разность/ отношение региональных и среднероссийских показателей

Примечание: составлено авторами. Источник: Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций по субъектам Российской Федерации с 2019 года, рублей https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab1-zpl_08-2023.xlsx

Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций в целом по экономике по субъектам Российской Федерации с 2018 года, рублей https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab2-zpl_07-2023.xlsx

За период 2020-2023 гг. динамика среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников в Свердловской области опережает среднероссийский уровень, при этом уменьшение разрыва показателей отмечено только в

2023 г. В пространстве региона уровень среднемесячной начисленной заработной платы остается высоко дифференцированным (табл. 2).

Таблица 2 – Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций Свердловской области (без субъектов малого предпринимательства и организаций, средняя численность работников которых не превышает 15 человек), руб.

| Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников | Период | | |
|--------------------------------------------------------------------|--------|-------|-------|
| | 2021 | 2022 | 2023* |
| Всего по региону | 54210 | 61645 | 65542 |
| Минимальное значение | 26762 | 29587 | 30336 |
| Максимальное значение | 67970 | 76146 | 97745 |
| Величина разрыва | 41208 | 46559 | 67409 |
| Коэффициент разрыва | 2,54 | 2,57 | 3,22 |

*по итогам за январь-май 2023 г.

Примечание: составлено авторами. Источник: Данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области <https://66.rosstat.gov.ru/>; минимальное и максимальное значение рассчитаны по муниципальным образованиям региона

Анализ показывает, что в 2021-2023 гг. внутрирегиональный разрыв показателей уровней заработной платы работников увеличивается относительно предыдущего периода (в 2022 г. на 13,0 %, в 2023 г. на 44,8 %), что обусловлено пре-

имущественно ростом максимальных и инертностью минимальных значений показателя. На рисунке 2 представлен состав муниципальных образований с наибольшими и наименьшими значениями заработной платы.

Согласно рисунку 2, состав муниципальных образований лидеров и «аутсайдеров» по уровню заработной платы в рассматриваемый период относительно постоянен. Сельские поселения региона имеют самые низкие значения, наиболее высокие показатели характерны для Екатеринбурга и промышленных городов региона.

Анализ видов деятельности с наибольшей дифференциации (отношение заработной платы по виду экономической деятельности к среднеобластному уровню) средней заработной платы работников представлен в таблице 4.

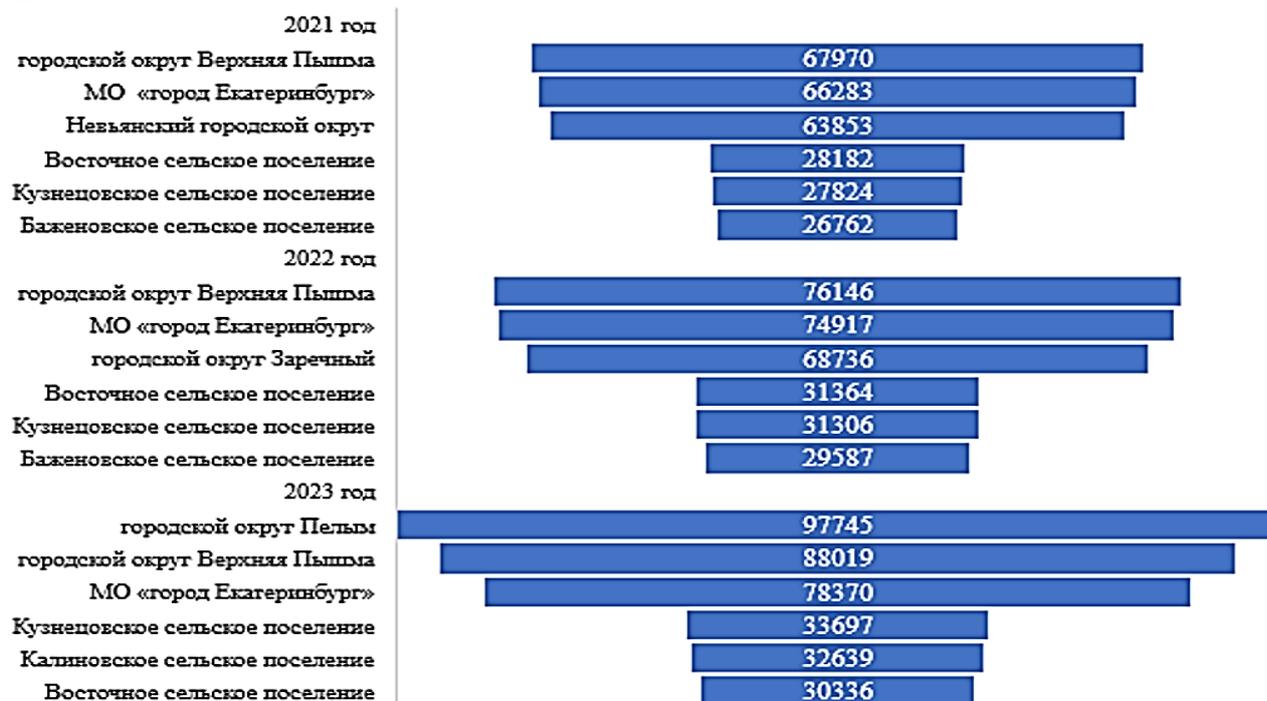


Рисунок 2 – Дифференциация муниципальных образований Свердловской области по уровню заработной платы, руб.

Примечание: составлено авторами. Источник: Социально-экономическое положение муниципальных образований Свердловской области за январь-декабрь 2022 г.: статистический бюллетень/ Управление Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. – Екатеринбург, 2023 – 44 с.; Социально-экономическое положение муниципальных образований Свердловской области за январь-декабрь 2021 г.: статистический бюллетень/ Управление Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. – Екатеринбург, 2022 – 43 с. Социально-экономическое положение муниципальных образований Свердловской области за январь-июнь 2023 г.: статистический бюллетень/ Управление Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. – Екатеринбург, 2023 – С. 22-23.; данные за 2023 г. приведены по состоянию за январь-май.

Таблица 4 – Дифференциация средней заработной платы работников Свердловской области по видам экономической деятельности, %

| Вид экономической деятельности (опережающий) | значение | Вид экономической деятельности (отстающий) | значение |
|------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|----------|
| деятельность профессиональная, научная и техническая | 137,5 | деятельность гостиниц и предприятий общественного питания | 64,7 |
| деятельность финансовая и страховая | 1,8 р. | деятельность по операциям с недвижимым имуществом | 76,1 |
| деятельность в области информации и связи | 1,6 р. | деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги | 61,5 |
| обрабатывающие производства | 117,0 | образование | 50,2 |
| добыча полезных ископаемых | 116,1 | предоставление прочих видов услуг | 79,2 |

Примечание: составлено авторами. Источник: Дифференциация средней заработной платы работников по видам экономической деятельности // Социально-экономическое положение/Комплексный доклад «Социально-экономическое положение Свердловской области» за январь-август 2023 года [https://66.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/dok_08_2023\(1\).zip](https://66.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/dok_08_2023(1).zip)

Исследование показывает, что наибольшие риски кадровой безопасности, в т.ч. дефицита кадров имеют сервисные виды деятельности: деятельность гостиниц и предприятий общественного питания, деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги, образование и др. для которых характерно существенное отставание средней заработной платы.

Уровень реальной заработной платы, рассчитанный с учетом индекса потребительских цен в августе 2023 г. был выше уровня июля 2022 г. на 7,2 % января-июля 2022 г. – на 9,8%.

Усугубляет кадровые риски для региона наличие просроченной задолженности по заработной плате в регионе, на 1 сентября 2023 г., суммарная задолженность по выплате заработной платы в регионе составила 4,7 млн рублей, причиной которой является отсутствие собственных средств.

В разрезе видов экономической деятельности долги по выплате заработной платы имели преимущественно организации сферы сервиса: по обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха, водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений.

Среди положительных тенденций в обеспечении кадровой безопасности региона следует отметить снижение доли работников организаций с начисленной заработной платой ниже величины прожиточного минимума трудоспособного населения, которая в 2023 г. составила 1,1 % (по РФ – 2,6 %)⁴.

Выводы

Таким образом, анализ показателей, характеризующих кадровую безопасность промышленного региона на материалах Свердловской области и муниципальных образований в ее составе, позволяет сделать следующие выводы:

– во-первых, состояние рынка труда региона по показателям численности работников организаций, уровню зарегистрированной безработицы, занятости населения и численности безработных граждан в периоде 2021-2023 гг. показывает относительную стабильность, динамика показателей незначительна, риски безработицы на текущем этапе отсутствуют;

– во-вторых, в разрезе муниципальных образований региона риски для кадровой безопасности региона создают факты снижения численности работников организаций, особенно в сельских поселениях и малых городах;

– в-третьих, исследование показателей, отражающих результаты труда, позволило сделать выводы о наличии рисков и угроз кадровой безопасности региона, обусловленных высокой дифференциацией среднемесячной номинальной начисленной заработной платы внутри региона, ее отставанием от среднероссийского уровня, наличием просроченной задолженности по заработной плате;

– в-четвертых, определены виды деятельности, имеющие наибольшие риски кадровой безопасности (в основном сферы сервиса) в связи со значительным отставанием средней заработной платы от среднеобластного уровня, указанные риски во многом обусловлены типом регионального развития, в рамках которого наибольшее развитие имеют сферы, связанные с промышленностью. Результаты анализа позволили выявить и систематизировать следующие виды рисков кадровой безопасности для старопромышленного региона (на примере Свердловской области) (рис. 3).

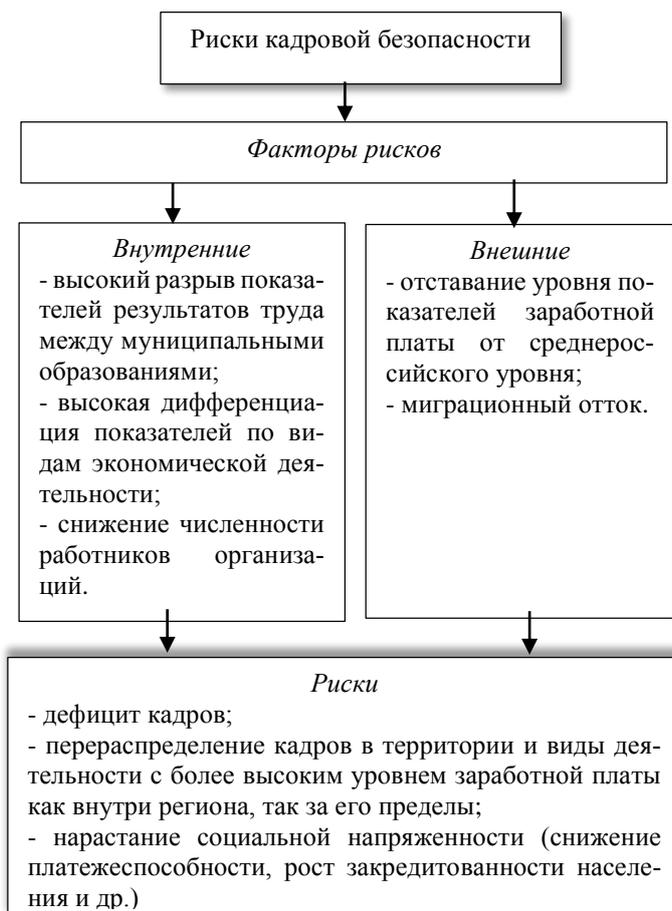


Рисунок 3 – Риски кадровой безопасности старопромышленного региона

⁴ Доля работников организаций (без субъектов малого предпринимательства) с начисленной заработной платой ниже величины прожиточного минимума трудо-

способного населения по субъектам Российской Федерации (по данным выборочных обследований организаций за апрель; в процентах) <https://fedstat.ru/indicator/33460>

Таким образом, обеспечение кадровой безопасности старопромышленного региона требует комплексного подхода, включающего как развитие промышленности, обеспечивающую устойчивость рынка труда региона в новых экономических условиях, так и выработку мероприятий, направленных на минимизацию дефицита кадров, отток населения, рост заработной платы, в особенности сферы сервиса.

Литература

1. Зубаревич Н.В. Регионы России в новых экономических условиях // Журнал Новой экономической ассоциации, издательство АНО "Журн. Новой экон. ассоц." (М., 2022. № 3 (55), С. 226-234.
2. Боровских Н.В., Кипервар Е.А. Кадровая безопасность как элемент экономической безопасности региона // ОНВ. ОИС. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kadrovaya-bezopasnost-kak-element-ekonomicheskoy-bezopasnosti-regiona> (дата обращения: 26.10.2023).
3. Кадровая безопасность как важнейшее направление обеспечения безопасности Камчатского края / М. Г. Кудряшова, Н. Г. Мищенко, И. Ю. Никитина [и др.] // Московский экономический журнал. – 2021. – № 6. – DOI 10.24411/2413-046X-2021-10364. – EDN PWHRPН.
4. Семиколонова, М. Н. Кадровая безопасность аграрного сектора экономики региона / М. Н. Семиколонова, Т. А. Рудакова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 8. – С. 218-224. – EDN WVXYRJ.
5. Ибрагимов Ш.Р. Факторы развития трудового потенциала в агропромышленном комплексе (на примере Республики Татарстан) / Ш. Р. Ибрагимов // Вестник Российского университета кооперации. – 2023. – № 1(51). – С. 18-23. – EDN SGVDDC.
6. Карсунцева О.В., Буркина Т.А. Промышленный комплекс в контексте обеспечения экономической безопасности региона // Вестник евразийской науки. 2020. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/promyshlennyu-kompleks-v-kontekste-obespecheniya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-regiona> (дата обращения: 26.10.2023).
7. Кадровая безопасность регионов в развитых, развивающихся и периферийных странах: сравнительный анализ / Е. В. Дробот, И. Н. Макаров, И. А. Почаев [и др.] // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 1501-1522. – DOI 10.18334/ce.15.4.11543. – EDN CIOGTX.
8. Симионеску М., Кривокопа Е., Фурсов В., Астахова Е. Проблемы развития трудового потенциала регионов Российской Федерации с учетом их дифференциации // Пространство экономики. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-trudovogo-potentsiala-regionov-rossiyskoy-federatsii-s-uchetom-ih-differentsiatsii> (дата обращения: 26.10.2023).
9. Анимица, Е. Г. Тенденции экономической динамики классического старопромышленного региона России: кейс Свердловской области / Е. Г. Анимица, Н. В. Новикова // Journal of New Economy. – 2022. – Т. 23, № 2. – С. 64-79. – DOI 10.29141/2658-5081-2022-23-2-4. – EDN NXXLGI.
10. Антонок, В. С. Экономическое развитие старопромышленных приграничных регионов Российской Федерации / В. С. Антонок, Е. Л. Корниенко // Journal of New Economy. – 2022. – Т. 23, № 2. – С. 45-63. – DOI 10.29141/2658-5081-2022-23-2-3. – EDN SZNDDK.
11. Карпов В.В., Кораблева А.А., Бреусова А.Г. Организационное моделирование и меры обеспечения экономической безопасности на примере старопромышленных регионов // Журнал СФУ. Гуманитарные науки. 2023. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnoe-modelirovanie-i-mery-obespecheniya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-na-primere-staropromyshlennyh-regionov> (дата обращения: 26.10.2023).
12. Николаев М.А. Риски и угрозы экономической безопасности регионов России в условиях цифровой экономики // РЭиУ. 2022. №4 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-i-ugrozy-ekonomicheskoy-bezopasnosti-regionov-rossii-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> (дата обращения: 26.10.2023).
13. Сошина О.Н. Основные проблемы обеспечения уровня экономической безопасности региона в цифровой экономике // Экономика. Информатика. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-problemy-obespecheniya-urovnya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-regiona-v-tsifrovoy-ekonomike> (дата обращения: 26.10.2023).

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 Microsoft Word (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).

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 подрисуночными 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 подрисуночные 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.

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.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой
степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук
по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки,
по которым присуждаются ученые степени:

2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки);

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки);

5.2.6. Менеджмент (экономические науки).

Электронная версия журнала расположена по адресу:
<http://unecon.ru/zhurnal-ttps>

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Технико-технологические проблемы сервиса №4(66)/2023

Подписано в печать 28.11.2023 г. Формат 60 x 84 ¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура TimesNewRoman.
Печать офсетная. Объем 14,75 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 1163

Адрес издателя и типографии: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А
Отпечатано на полиграфической базе СПбГЭУ